NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274714 6
Digitized by Google

Digitized by Google

PAA
Annalen

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXXI.

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

EIN UND SIEBZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT SIEBEN UND VIERZIGSTER.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1847.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt

des Bandes LXXI der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Untersuchung über die strahlende Wärme; von H. Knoblauch. (Dritte Abhandlung.) 1

V. Vergleich der von verschiedenen Körpern diffuse reflectirten Wärme, S. 1. — VI. Ueber Wärmequellen, S. 58.

II. Zur Theorie der Nobili'schen Farbenringe; von E. du Bois-Reymond und W. Beetz. 71

III. Prismatische Zerlegung der Interferenzfarben; von J. Müller. . 91

IV. Neues Mittel zur Erleuchtung von Mikrometerfäden; von Arago. 96

V. Ueber die Darstellung des Weiſs aus Complementarfarben und über die optischen Erscheinungen, welche in rotirenden Polarisations-Apparaten sich zeigen; von H. W. Dove. 97

VI. Ueber subjective Farbenerscheinungen bei einem Farbenkreisel und eine darauf gegründete Methode seine Umdrehungsgeschwindigkeit zu bestimmen; von Demselben. 112

VII. Beschreibung eines Stephanoskops; von Demselben. . . . 115

VIII. Ueber Depolarisation des Lichts; von Demselben. 115

IX. Ueber eine optische Täuschung beim Fahren auf der Eisenbahn; von Demselben. 118

X. Ueber die Construction zweier Inclinatorien und einige damit angestellte Beobachtungen; von Meyerstein. 119

XI. Reduction der Schwingungen eines Magnets auf den luftleeren Raum, Anwendung des Kupfers zu Magnetgehäusen; von Lamont. 124

XII. Die Berechnung des specifischen Gewichts von Gemengen. . . 129

XIII. Ueber ein Mittel zur Beförderung der galvanischen Wasserzersetzung; von J. C. Poggendorff. 132

XIV. Ueber die Vegetation der Futterwicke; von M. J. Schleiden und E. E. Schmid. 138

XV. Zerlegung der Schieſsbaumwolle. 144

XVI. Neue Methode, den Schwefel in organischen Körpern quantitativ zu bestimmen; von W. Heintz. 145

Digitized by Google

Seite

XVII. Ueber die Vertheilung der unorganischen Stoffe in den einzelnen Theilen der Pflanzen; von C. Rammelsberg. 151

XVIII. Ueber die Zusammensetzung des Uranotantals und des Columbits vom Ilmengebirge in Sibirien; von H. Rose. 157

XIX. Analyse des Rothzinkerzes aus Sterling in New-Jersey; von Whitney. 169

XX. Vorläufige Mittheilung von Th. Scheerer. 172

XXI. Betrachtungen über die jährlich zur Verdampfung des Wassers auf der Erdoberfläche angewandte Wärmemenge, und die mechanische Kraft der auf den Continenten flieſsenden Gewässer; von Daubrée. 173

XXII. Notizen. — 1) Zweiter artesischer Brunnen zu Venedig, S. 175. — 2) Bohrversuche zu Astrachan und Sarepta, S. 176.

Zweites Stück.

I. Ueber den Einfluſs der Temperatur auf die Synaphie; von Buijs-Ballot. 177

II. Ueber die Erscheinungen des Volta'schen Glühens und die Zersetzung des Wassers durch Hitze; von W. R. Grove. 194

III. Nachträgliches über die Erscheinungen des Volta'schen Glühens und die Zersetzung des Wassers durch Hitze; von Demselben. . . 221

IV. Ueber elektro-thermische Zersetzungen und ein Paar neue eudiometrische Methoden; von J. C. Poggendorff. 226

V. Physikalische Notizen; von G. Karsten. 239

1) Elektrisches Leitungsvermögen einiger Schwefelmetalle, S. 239. — 2) Pyro-Elektricität des derben Boracits, S. 243. — 3) Elektrische Staubfiguren, S. 244. — 4) Die Verdunstungsgränze des Quecksilbers, S. 245. — 5) Irisirendes Kupfer, S. 246.

VI. Ueber die Pseudomorphosen nach Steinsalz; von W. Haidinger. 247

VII. Der Aspasiolith als Pseudomorphose nach Cordierit, nebst Bemerkungen über Metamorphismus; von Demselben. 266

VIII. Ueber den Neolith, ein Mineral jüngster Bildung; von Th. Scheerer. 285

IX. Ueber eine Verunreinigung des käuflichen Broms; von H. Poselger. 297

Digitized by Google

Seite

X. Ueber die Trennung des Zinns vom Antimon; von H. Rose. 301
XI. Ueber die Zusammensetzung des Condurrits; von C. Rammelsberg. 304
XII. Meteorologische Beobachtungen; von F. W. Kölbing. 308
XIII. Das Bohrloch bei Neusalzwerk. 316
XIV. Neuer Satellit der Erde? 320

Drittes Stück.

I. Ueber das Schillern von Krystallflächen; von W. Haidinger. 321
II. Ueber Erscheinungen, die mit dem elektrischen Ladungsstrom zusammenhängen; von K. W. Knochenhauer. 343
III. Beobachtungen an elektrischen Telegraphen. 358
IV. Ueber die Bestimmung elektrischer Dichtigkeiten in der Torsionswage; von P. Rieſs. 359
V. Ueber eine Vereinfachung der Uhrwerke, welche zur Hervorbringung einer gleichförmigen Bewegung bestimmt sind; von M. H. Jacobi. 390
VI. Ueber Sir David Brewster's neue Zerlegung des Sonnenlichts; von G. B. Airy. 393
VII. Erwiderung auf den vorstehenden Aufsatz über die neue Zerlegung des Sonnenlichts; von D. Brewster. 397
VIII. Ueber ein doppeltbrechendes Ocular-Mikrometer; von Arago. 405
IX. Ueber Diffraction des Lichts im leeren Raum; von G. Magnus. 408
X. Ueber die Theorie des Thaus; von M. Melloni. 416
XI. Ueber die Theorie des Thaus (Fortsetzung); von Demselben. 424
XII. Zur Geschichte des Palladiums; von N. W. Fischer. 431
XIII. Sauerwasser vom Paramo de Ruiz. 444
XIV. Uebersicht der Formeln sämmtlicher bisher näher untersuchter Mineralien, bei deren chemischen Constitution die polymere Isomorphie eine Rolle spielt; von Th. Scheerer. 445
XV. Bemerkungen über die Darstellung des Ozons; von G. Osann. 458
XVI. Ueber die Wärmemengen in Metallgemischen; von F. Rudberg. 460
XVII. Ueber die Cohäsion des Wassers; von C. Holtzmann. 463

Digitized by Google

Viertes Stück.

Seite

I. Ueber die Bildung eines wissenschaftlichen Systems in der Mineralogie; von J. J. Berzelius. 465

II. Versuch einer speciellen Ausführung des chemischen Mineralsystems nach Berzelius's Princip; von C. F. Rammelsberg. 477

III. Analysen ausgezeichneter Mineralien und technischer Producte; von C. Schnabel. 516

IV. Ueber verschiedene chemische Zustände des Sauerstoffs; von C. F. Schoenbein. 517

V. Die Schleimsäure und ihre Salze; von R. Hagen. 531

VI. Analysen der Meteoreisen von Texas und Lockport; von B. Silliman jun. und T. S. Hunt. 544

VII. Ueber die Trennung des Nickels vom Kobalt und über die beider von anderen Metallen; von Heinrich Rose. 545

VIII. Chemisch-mineralogische Untersuchungen; von W. Gibbs. . 559

IX. Kritisches über die elektrischen Eigenschaften der Flamme; von P. Riefs. 568

X. Neue Beziehungen zwischen Wärme, Elektricität und Magnetismus; von E. Wartmann. 573

XI. Ueber das Maximum der Dichte des Wassers; von J. P. Joule und L. Playfair. 574

XII. Genaue Bestimmung der Dispersion des Menschenauges durch directe Messungen; von A. Matthiessen. 578

XIII. Regenmenge zu Algier. 581

XIV. Submariner vulcanischer Ausbruch. 582

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf I. — Dubois und Beetz, Fig. 1, S. 72. — Müller, Fig. 2, 3 und 4, S. 92; Fig. 5, S. 93. — Grove, Fig. 6, 7, 8 und 9, S. 198; Fig. 10, S. 206; Fig. 11, S. 207; Fig. 12, S. 208; Fig. 13, S. 209; Fig. 14, S. 211; Fig. 15, S. 214.

Taf. II. — Haidinger, Fig. 1, 2 und 3, S. 325; Fig. 4, S. 326; Fig. 5, S. 328; Fig. 6, S. 331; Fig. 7, S. 339; Fig. 8, S. 341. — Riefs, Fig. 9 und 9^b, S. 381. — Magnus, Fig. 10, S. 411. — Joule und Playfair, Fig. 11, S. 575.

Digitized by Google

1847. ANNALEN № 5.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXXI.

I. *Untersuchung über die strahlende Wärme; von H. Knoblauch.*

Dritte Abhandlung.

V. Vergleich der von verschiedenen Körpern diffus reflectirten Wärme.

Die *nach allen Seiten gerichtete* (sogenannte diffuse) Reflexion ist, wie bekannt, von derjenigen zu unterscheiden, welche *unter einem bestimmten Winkel* nur an spiegelnden Flächen erfolgt [1]).

Die letztere ist in Bezug auf die Wärme seit längerer Zeit der Gegenstand mannigfacher Untersuchungen gewesen, aus denen sich ergiebt, daſs die Intensität der zurückgesandten Wärme von der Natur der reflectirenden Körper [2]), dem Zustande ihrer Oberfläche [3]), so wie der Neigung der einfallenden Strahlen gegen diese Flächen abhängt [4]), daſs aber die Wärme verschiedener Quellen (an allen Körpern) dieser Reflexion auf gleiche Weise unter-

1) Melloni: Diese Annal., Bd. 52, S. 432 bis 435, 582, 583.

2) P. v. Musschenbroek: *Introd. ad philos. natur.* 1762. *T. II* (*de Igne*), *p.* 653. — Leslie: *An experim. inq. into the nat. and propag. of heat.* 1804, *p.* 98. — Nobili und Melloni: Diese Annal., Bd. 27, S. 450, 451. — Melloni: Diese Annal., Bd. 35, S. 569, 570. Buff: Wöhler's und Liebig's Annal. der Chem. und Pharmac., Bd. 32, S. 165 bis 167.

3) P. v. Musschenbroek: *Introd. ad philos. natur.*, *T. II*, *p.* 654. — Leslie: *An experim. inq. etc.*, *p.* 99. — Nobili und Melloni: Diese Annal., Bd. 27, S. 451. — Melloni: Diese Annal., Bd. 53, S. 272. — Buff: Wöhler's und Liebig's Annal., Bd. 32, S. 166.

4) Forbes: *Proceedings of the Roy. Soc. of Edinb. March.* 18, 1839. — Buff: Wöhler's und Liebig's Annal., Bd. 32, S. 166 bis 169.

Digitized by Google

worfen ist [1])*). — Es hängt damit zusammen, daſs eine Summe ungleichartiger Wärmestrahlen dadurch in ihren Eigenschaften, z. B. in ihrer Fähigkeit, gewisse diathermane Körper zu durchdringen, nicht verändert wird, wie Versuche

1) *Accad. del Cimento: Saggi di naturali esperienze, a. cart.* 176. — Mariotte: *Mém. de l'Acad.* 1682. — *Traité des couleurs. Paris* 1686. *II. part., prem. disc.* — Zahn: *Oculus artificialis teledioptricus. Herbip.* 1685. — du Fay: *Mém. de l'Acad.* 1726. — Cassini: Ebendas. 1747, *p.* 25. — Scheele: Chemische Abhandlung von Luft und Feuer, S. 57, 59 bis 63. — Lambert: Pyrometrie, S. 201 seqq. — Pictet: *Essai sur le feu*, §. 49, 51, 53, 69. — Gilb. Annal., Bd. 13, S. 120. — Sir W. Herschel: Gilb. Annal., Bd. 7, S. 151 bis 153; Bd. 10, S. 71 bis 76, 80. — Rumford: *Mémoires sur la chaleur.* Deutsche Uebers. *p.* 67 seqq. — Leslie: *An experim. inq. etc.* — Wünsch, 1807. Gilb. Annal., Bd. 26, S. 326 bis 328. — Maycock: Nicholson's *Journ., T. XXVI, p.* 75. — H. Davy: *Elements of chemical philos., T. I.* — Nobili und Melloni: Diese Annal., Bd. 27, S. 450.

*) Natürlich ist nur von der *eigentlichen Reflexion* die Rede, welche bei dem gewöhnlichen Verfahren oftmals gar nicht direct zu beobachten ist. Bediente man sich dazu bei verschiedenen Wärmequellen unvollkommen diathermaner Substanzen, z. B. eines gläsernen Spiegels, so würde man in der That Unterschiede auf der Seite wahrnehmen, nach welcher die Reflexion stattfindet, je nachdem die einfallenden Strahlen von der einen oder andern Wärmequelle ausgehen. Allein diese Verschiedenheiten würden nicht davon herrühren, daſs jene Strahlen von der spiegelnden Fläche mit ungleicher Intensität reflectirt werden, sondern ihren Grund nur darin haben, daſs sie eine ungleiche Absorption beim Durchgange durch das Glas erfahren, ehe sie zur Hinterfläche gelangen, deren Reflexion in diesem Falle mit beobachtet wird.

Versuche mit diathermanen Körpern können in dieser Beziehung nur zu reinen Resultaten führen, wenn man — wie Melloni und Biot (Diese Annal., Bd. 38, S. 28 bis 31, 32 bis 34, 39 bis 47. Melloni: Diese Annal., Bd. 37, S. 212 bis 217; Bd. 43, S. 285; Bd. 51, S. 73.) auf eine sinnreiche Weise gethan — bei den wahrgenommenen Wirkungen den Einfluſs der bei der Durchstrahlung stattfindenden Absorption mit in Rechnung bringt. Sie liefern sonst entweder nicht entscheidende Resultate, wie die Versuche von Forbes: *Edinb. Transact., T.* 13, *p.* 362, und Buff: Wöhler's und Liebig's Annal., Bd. 32, S. 170, oder bestätigen nur die Phänomene der Durchstrahlung, wie z. B. gewisse Beobachtungen von Leslie (*An experim. inq. etc., p.* 102 bis 107), welche die von einem überzogenen Metallspiegel reflectirte Wärmemenge desto geringer ergaben, je dicker die aufgetragene Schicht war;

Digitized by Google

von Melloni [1]) gezeigt haben, der sich zu diesem Zweck wohlpolirter Metallspiegel bediente.

Ueber die an rauhen Flächen eintretende diffuse Reflexion sind zuerst von Herschel [2]) und Leslie [3]) Beobachtungen angestellt worden, welche jedoch nicht zu reinen Resultaten führen konnten, da in ihnen niemals die von jenen Flächen ausgestrahlte eigene Wärme von der zurückgeworfenen geschieden wurde. Mit Sicherheit ist die Diffusion erst von Melloni [4]) nachgewiesen, der die eignen Wärmestrahlen der reflectirenden Körper durch einen Glasschirm vom Thermoskop zurückhielt, während die z. B. von einer weiſsen Platte diffus reflectirte Wärme einer Flamme, welche das Glas durchdrang, eine merkliche Wirkung auf das Instrument ausübte.

Wie bei der Reflexion unter bestimmtem Winkel ist natürlich auch bei der diffusen die Intensität der zurückgeworfenen Wärme nach der Eigenthümlichkeit der reflectirenden Körper und der Beschaffenheit ihrer Oberfläche verschieden, ein Resultat, das namentlich aus den bereits angeführten Absorptionserscheinungen (Bd. 70, S. 230 bis 232) hervorgeht, denen die Reflexionsphänomene complementar sind [5]). — Die Gröſse des Einfallswinkels der zur diffus reflectirenden Fläche gelangenden Strahlen hat in diesem Falle auf die Intensität der zurückgesandten einen sehr geringen Einfluſs. Ein wesentlicher Unterschied von der spiegelnden Reflexion aber ist der, daſs bei der diffusen ver-

eine Erscheinung, welche einfach darauf beruht, daſs die Wärme von einer diathermanen Substanz bei gröſserer Dicke mehr, als bei geringerer absorbirt wird.

1) Diese Annal., Bd. 35, S. 575, 576.

2) Gilb. Annal., Bd. 12, S. 542 seqq.

3) *An experim. inq. etc.*, *p.* 459, 460.

4) Diese Annal., Bd. 52, S. 429 bis 433.

5) Rumford: *Mémoir. sur la chaleur.* Deutsche Uebersetzung, S. 265. — Leslie: *An experim. inq. etc.*, *p.* 96. — Melloni: Diese Annal., Bd. 52, S. 428, 440, 583.

Digitized by Google

schiedenartige Wärme auf ungleiche Weise von einem und demselben Körper zurückgeworfen wird.

Melloni, dem die Wissenschaft auf allen diesen Gebieten die wichtigsten Fortschritte verdankt, hat auch diese Erscheinung entdeckt. Er hat beobachtet, daſs eine weiſse Fläche die Wärme einer Locatelli'schen Lampe, je nachdem sie mit oder ohne Glasschornstein angewandt wird, die Wärme des glühenden Platins und des auf 400° C. erhitzten Kupfers mit verschiedener Intensität zurücksendet [1]).

Nur Metallplatten reflectiren bei rauher Oberfläche die Wärme aller Quellen in gleichem Grade [2]), während Ruſs bei allen eine kaum merkbare Diffusion zeigt [3]).

Ob die Wärme bei der diffusen Reflexion in ihren Eigenschaften Veränderungen erleidet, welche sie von der nicht reflectirten unterscheiden, ist bisher nicht geprüft worden.

In dieser Beziehung habe ich daher selbst eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Hauptresultate Herr Professor Magnus mir die Ehre erwiesen hat, in der Gesammtsitzung der Academie vom 29sten Mai 1845 vorzutragen und deren Mittheilung aus den Monatsberichten der Berliner Academie in Poggendorff's Annalen, Band LXV., S. 581 bis 592, und in das Blatt: *L'Institut, quatorzième année, No.* 629, S. 21 bis 23 *), übergegangen ist. Im Nachfolgenden will ich über die Details dieser Arbeit berichten.

Es ist schon oben (Bd. 70, S. 352) erwähnt, daſs unter den beiden Mitteln, welche wir besitzen, Verschiedenheiten im Verhalten der Wärme wahrzunehmen, die Durchstrahlung durch diathermane Körper der Absorption vorzuziehen

1) Diese Annal., Bd. 43, S. 284; Bd. 52, S. 439 bis 442, 577, 580 bis 582.

2) Diese Annal., Bd. 52, S. 580 bis 583. (Vergl. Bd. 70, S. 231, Note 2. Ausnahme.)

3) Diese Annal., Bd. 52, S. 431, 432, 439 bis 443, 577, 582.

*) Freilich mit mancherlei Druckfehlern, unter anderen: S. 22, 2te Spalte, Zeile 8 von unten, wo *réflexion* für *absorption;* S. 23, unter No. 10, wo *toile cirée* für *toile à torchon;* S. 23, 1ste Spalte, Zeile 23 und 24, wo *métaux* für *cristaux* stehen sollte, etc.

Digitized by Google

sey, und Bd. 70, S. 359 bis 361 sind Beispiele von der groſsen Empfindlichkeit dieses Prüfungsmittels gegeben worden.

Daher habe ich mich desselben auch in dem vorliegenden Falle bedient und also untersucht: „ob die strahlende „Wärme dieselben diathermanen Medien in ungleichem Ver„hältniſs durchdringt, je nachdem sie unreflectirt oder von „verschiedenen Körpern diffus reflectirt ist.“

Es traten in der That bedeutende Unterschiede hervor. Strahlte nämlich die Wärme einer Argand’schen Lampe dergestalt auf die Thermosäule ein, daſs die Multiplicatornadel auf 25° abgelenkt wurde, so ging diese auf $15^{\circ},19$ zurück, wenn man eine Kalkspath-Platte von $3^{mm},7$ Dicke zwischen der Wärmequelle und dem Thermoskop einschaltete. Diese $15^{\circ},19$ rührten bekanntlich von der durch den Kalkspath hindurchgehenden Wärme her. Hatte aber die von einer Carminfläche diffus reflectirte Wärme der Lampe die Ablenkung von 25° hervorgebracht, so wich die Nadel nur auf $22^{\circ},31$ zurück, wenn man dieselbe Kalkspath-Platte, an der nämlichen Stelle wie zuvor, zwischen der reflectirenden Fläche und der Thermosäule einstellte. Die von Carmin zurückgesandte Wärme ging also verhältniſsmäſsig besser als die unreflectirte durch Kalkspath hindurch. Aehnliches war bei andern diathermanen Medien der Fall.

Auf die beschriebene Weise sind die von einer groſsen Anzahl von Körpern diffus reflectirten Wärmestrahlen, sowohl mit den unreflectirten als unter sich (hinsichtlich ihres Durchgangs durch diathermane Substanzen) verglichen worden. Bevor ich jedoch zu den Resultaten dieser Versuche übergehe, habe ich noch einige Bemerkungen über das dabei beobachtete Verfahren vorauszuschicken.

Damit nur reflectirte Wärme zum Thermoskop gelangte, muſste natürlich die Erwärmung der reflectirenden Körper vermieden werden. Dieſs geschah, indem man sie als Seitenflächen von Metallwürfeln anwandte, welche Wasser von der Temperatur der Umgebung enthielten. Dabei wurden diejenigen, welche mit einander verglichen werden sollten, auf verschiedene Würfel aufgetragen, so daſs jeder dersel-

Digitized by Google

ben so kurze Zeit als möglich den Wärmestrahlen ausgesetzt blieb. Daſs diese Mittel ihren Zweck erfüllten, werden folgende Beobachtungen darthun:

1) Die Erwärmung einer Fläche, welche (zur Untersuchung der von ihr reflectirten Wärme mittelst 3 diathermaner Körper) während 4 Minuten den Wärmestrahlen ausgesetzt gewesen ist, übt eine kaum wahrnehmbare Wirkung auf das Thermoskop aus. Denn die Nadel kehrt sogleich fast auf ihre ursprüngliche Stellung zurück, sobald man die Wärmequelle entfernt, während die bezeichnete Fläche eine unveränderte Stellung zur Säule behält.

Die vor jeder neuen Einschaltung einer diathermanen Substanz controlirte, durch die directe Einstrahlung hervorgebrachte Ablenkung steigert sich daher auch in dieser Zeit nicht um eine merkliche Gröſse, was geschehen müſste, wenn zu der reflectirten die eigne Wärme des reflectirenden Körpers in immer höherem Grade hinzuträte.

Innerhalb der 1,5 bis 2 Stunden, welche eine Beobachtungsreihe umfaſst und während welcher ein Würfel höchstens vier Mal den Wärmestrahlen ausgesetzt wird, erhöht sich die Temperatur des Wassers in keinem Würfel, in Folge der Bestrahlung, um mehr als 0°,5 Réaum. Da aber diese Erwärmung der gegen die Thermosäule geneigten Flächen nur eine Ablenkung von etwa 1° am Multiplicator hervorbringt, so kann der dadurch für die Beobachtungen nach dem Einschalten der diathermanen Körper herbeigeführte Fehler halbe Grade nicht überschreiten, bis auf welche die Unterschiede der später anzugebenden Zahlen als sicher zu betrachten sind.

2) Bei mehrmaliger Wiederholung des Experiments beobachtet man nach dem Einstellen der diathermanen Substanzen stets dieselbe Abweichung der Nadel, es dringt also stets eine gleiche Wärmemenge durch sie hindurch. Würde die Ablenkung durch directe Einstrahlung bei der Wiederholung zum Theil durch die eigene Wärme der reflectirenden Flächen hervorgebracht, so müſste die Nadel beim Einschalten der diathermanen Medien eine geringere Abwei-

Digitized by Google

chung als zuvor zeigen, weil die von jenen Körpern ausgestrahlte Wärme verhältniſsmäſsig schlechter als die reflectirte einer Argand'schen Lampe (deren man sich zu diesen Versuchen bediente) durch jene Substanzen hindurchgeht.

So erhielt man fünf Mal für rothes Glas einen Rückgang der Nadel auf 6°,25 bis 6°,5, für blaues Glas auf 4°,5 und für Alaun auf 3°,5 bis 3°,75, sobald man die Wärme der Lampe von schwarzem Sammt reflectiren lieſs und vor der Einschaltung jedesmal eine Ablenkung von 13° hervorbrachte. Dabei waren die Wiederholungen solcher je drei Beobachtungen dieſsmal nur 5 Minuten von einander getrennt.

3) Die Durchstrahlung ergiebt auch die nämlichen Werthe, wenn man (wie später anzuführende Versuche zeigen) eine und dieselbe reflectirende Substanz von verschiedener Rauhheit anwendet, wenngleich alsdann ungleiche Wärmemengen absorbirt werden und ungleiche Mengen ausgestrahlt würden, wenn das in den Würfeln enthaltene Wasser dieſs nicht verhinderte *).

Sonach glaube ich durch das angegebene Verfahren *die Erwärmung der reflectirenden Flächen hinreichend geschwächt* zu haben, um annehmen zu dürfen, daſs sie die Wirkungen der reflectirten Wärme nicht auf eine merkliche Weise gestört hat.

Die dem Vergleich zu Grunde liegende constante Ablenkung, welche durch die von den verschiedenen Körpern zurückgeworfene Wärme hervorgebracht werden muſste, ehe man die diathermanen Medien zwischen der reflectirenden Fläche und dem Thermoskop einschaltete, hätte durch Nähern oder Entfernen des letzteren oder der Wärmequelle bewirkt werden können. Allein in beiden Fällen war es unmöglich, die Thermosäule vor allen Nebeneinflüssen zu

*) Alle diese Verhältnisse bestehen nicht, wenn man Würfel *ohne Wasser* den Wärmestrahlen aussetzt. Ihre eigene Wärme lenkt alsdann die Multiplicatornadel um mehrere Grade ab und bewirkt eine Verminderung der Abweichungen nach dem Einschalten der diathermanen Körper in

Digitized by Google

bewahren, zumal die Schwierigkeit hinzukam, sie während der Reflexion vor jeder unmittelbaren Einwirkung der Wärmequelle zu schützen. Ich zog es daher vor, jene Ablenkung durch angemessenes Rücken und Neigen der reflectirenden Flächen gegen das Instrument hervorzubringen. Um aber alsdann aus der beobachteten Durchstrahlung der Wärme in der That auf die Modificationen schlieſsen zu können, welche sie bei der Reflexion an verschiedenen Körpern erlitten hat, muſste ich mich davon überzeugen, ob auch die veränderte Stellung der reflectirenden Flächen an sich keinen Unterschied im Durchgange der Wärme durch die zur Prüfung dienenden diathermanen Substanzen herbeiführte.

Die Beobachtung ergab, daſs man z. B. beim Einschalten des rothen Glases stets einen Rückgang der Nadel auf

dem Maaſse, als sie gröſseren Antheil an der constanten directen Ablenkung gehabt hat. Aus den nachfolgenden Beispielen geht dieſs entschieden hervor:

Reflectirende Flächen unter den Strahlen einer Argand'schen Lampe.	An einem Metallwürfel.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der reflectirten Wärme.	Ablenkung nach dem Einschalten von:		
			rothem Glase 1mm,5.	blauem Glase 1mm,4.	Alaun 1mm,4.
Diesbacher Blau	mit Wasser	13°	7,50	5,50	3,25
Dasselbe	ohne -		5,25	3,75	1,75
Rother Sammt	mit -	13°	6,75	4,75	4,50
Derselbe	ohne -		4,75	3,50	3,25
Weiſses Papier	mit -	13°	18,50	15,50	14,00
Dasselbe	ohne -		16,50	13,00	12,00
Carmin	mit Wasser	13°	8,50	5,50	5,00
Dasselbe	ohne -		7,50	5,00	4,00
Schwarzer Lack	mit -	13°	10,75	8,25	6,50
Derselbe	ohne -		9,75	7,75	5,50
Metall	mit -	26°	16,25	13,25	10,00
Dasselbe	ohne -		16,25	13,00	10,25

Digitized by Google

15° erhielt, die directe Ablenkung von 24° mochte dadurch hervorgebracht seyn, daſs eine Bleiweiſsfläche, bei einer Entfernung ihrer Mitte von 8 Zoll bis zum Thermoskop und einer Neigung ihrer Normale von 4° gegen die Längenaxe desselben, oder bei einer Entfernung von 9,75 Zoll und einer Neigung von 58°, die Wärme der Argand'schen Lampe diffus reflectirt hatte. Dieselbe Constanz erhielt sich bei jeder anderen Entfernung und anderer Neigung, so wie bei beliebiger Gröſse der reflectirenden Fläche.

Die Versuche, welche ich in dieser Beziehung angestellt habe, sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Digitized by Google

Reflectirende Fläche unter den Strahlen einer Argand'schen Lampe.	Entfernung ihrer Mitte bis zur Thermosäule in rhein. Zollen.	Neigung ihrer Normale gegen die Längenaxe der Säule.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der reflectirten Wärme.	Ablenkung nach dem Einschalten von rothem Glase 1mm,5.	Ablenkung nach dem Einschalten von blauem Glase 1mm,4.	Reflectirende Fläche unter den Strahlen einer Argand'schen Lampe.	Entfernung ihrer Mitte bis zur Thermosäule in rhein. Zollen.	Neigung ihrer Normale gegen die Längenaxe der Säule.
Bleiweiſs	8,00	4°	24	15	11	Rothe Wolle	8,5	3°
	9,00	55°		15	11		9,0	55°
	9,75	58°		15	11		9,5	20°
	10,00	20°		15	11		10,0	30°
	10,50	30°	24	15	11		10,5	25°

Es geht daraus entschieden hervor, daſs der Durchgang der diffus reflectirten Wärme durch die diathermanen Platten, innerhalb der Gränzen dieser Beobachtungen, völlig *unabhängig von der Entfernung, Neigung und Gröſse der reflectirenden Flächen* ist, so fern nur vor dem Einschalten eine gleiche Wirkung auf das Instrument ausgeübt wird.

Die Stellung der diathermanen Substanzen gegen die Thermosäule war dieselbe, wie bei den übrigen, mit ihnen vorgenommenen Versuchen, für welche bereits (Bd. 70, S. 226 und 227) nachgewiesen ist, daſs man es in der That mit frei durchstrahlender Wärme zu thun hatte.

1. In der ersten Beobachtungsreihe, welche ich zur Prüfung der von verschiedenen Körpern diffus reflectirten Wärme anstellte, bediente ich mich der schon mehrfach erwähnten *Argand'schen Lampe* mit constantem Niveau, dop-

Digitized by Google

Ablenkung durch directe Einstrahlung der reflectirten Wärme.	Ablenkung nach dem Einschalten von		Reflectirende Fläche unter den Strahlen einer Argand'schen Lampe.	Entfernung ihrer Mitte bis zur Thermosäule in rhein. Zollen.	Neigung ihrer Normale gegen die Längenaxe der Säule.	Gröſse der reflectirenden Fläche.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der reflectirten Wärme.	Ablenkung nach dem Einschalten von	
	rothem Glase $1^{mm},5$.	blauem Glase $1^{mm},4$.						rothem Glase $1^{mm},5$.	blauem Glase $1^{mm},4$.
24	15,25	10,75	Zinn, matt geschliffen	8,5	5° oder 55°	8^{cm} im Quadr	24	13,00	10,50
	15,25	10,50		16,5	20°	8^{cm} im Quadr		13,00	10,50
	15,25	10,50		11,0	15°	4^{cm} im Quadr.	18	12,00	9,00
	15,00	10,75		14,0	0°	8^{cm} im Quadr.		12,25	8,75
24	15,25	10,75		16,0	20°	15^{cm} 7^{mm} im Q.	18	12,00	9,00

peltem Luftzug und cylindrischem Docht, welche ohne Glasschornstein angewandt wurde.

Die reflectirenden Körper waren, um sie in verschiedener Rücksicht mit Sicherheit vergleichen zu können, in gewisse Gruppen getheilt, welche nie so weit ausgedehnt wurden, daſs man eine Veränderung der Umstände während des Experimentirens zu fürchten gehabt hätte.

Zuerst untersuchte ich eine Anzahl von *Farbstoffen,* und es zeigten sich dabei in der That sehr merkliche Verschiedenheiten.

Hatte nämlich die directe Einstrahlung der Argand'schen Lampe (durch ein Diaphragma hindurch) auf die Thermosäule die Multiplicatornadel um 13° abgelenkt, so kehrte sie beim Einschalten des rothen Glases auf 6°,59 zurück. War aber eine gleiche Ablenkung von 13° durch die von

Digitized by Google

Zinnober diffus reflectirte Wärme der Lampe hervorgebracht worden, so stellte sie sich beim Einschalten desselben Glases auf 7°,04, und wenn die von Carmin zurückgeworfene Wärme jene Ablenkung der Nadel bewirkt hatte, auf 8°,33 ein. Die reflectirte Wärme ging also, bei gleicher directer Intensität, besser als die unreflectirte, und die von Carmin zurückgesandte in höherem Grade als die von Zinnober zurückgeworfene durch rothes Glas hindurch. Aehnliches war beim Kalkspath der Fall. So lenkten die un-

I. Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Bleiweiſs.	Ablenkung nach dem Carmin.
1,5	Rothes Glas	13°	6,59 *	= 7,83	8,33 *
1,4	Blaues Glas		5,47	5,67	5,54
1,4	Alaun		3,44	4,08	4,96 *
4,4	Steinsalz	25°	21,94 *	23,13	23,38 *
3,7	Kalkspath		15,19 *	19,94	22,31 *
1,4	Gyps		12,25 *	15,69 =	18,25 *

(Die mit einem Stern (*) bezeichneten Zahlen verdienen, ihrer Verschietet zu werden.)

Die genannten, so wie alle später anzuführenden reflectirenden Flächen hatten eine Gröſse von 8^{cm} im Quadrat. Die Zahlen, welche einer directen Ablenkung von 13° angehören, sind in diesem wie in allen übrigen Fällen, in denen es nicht ausdrücklich anders bemerkt wird, arithmetische Mittel aus je sechs, die für eine Ablenkung von 25° Mittel aus je vier Beobachtungen [1]). Jene sind an einem

1) Jede der ersteren ist also, da die zum Vergleich dienende directe Ablenkung vor jeder neuen Einschaltung eines diathermanen Körpers controlirt wurde (Bd. 70, S. 228, diese Abh. S. 6 und 7), das Resultat aus 12, jede der letzteren das Resultat aus 8 einzelnen Ablesungen am Multiplicator.

Digitized by Google

reflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe, welche durch die Kalkspathplatte zur Säule gelangten, die Galvanometernadel um 15°,19, die von Zinnober reflectirten dieselbe um 17°,81, und die von Carmin zurückgesandten sie um 22°,31 ab, wenn die Abweichung der Nadel vor dem Einschalten des Kalkspaths in jedem der drei Fälle 25° betrug.

Die folgende Tabelle stellt die Unterschiede dar, welche auch für andere reflectirende Pigmente und an andern diathermanen Körpern hervortraten:

Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:

Krapprosa.	rothem Zinnober.	Pariser Grün.	grünem Zinnober.	Chromgelb.	Diesbacher Blau.	Ultramarin.
7,83	7,04 *	= 7,75	= 7,75	7,79	7,63	7,58
5,54	5,50	5,67	5,67	5,63	5,50	5,50
4,75 *	3,38	3,75	3,42	4,17	3,25 *	3,67
23,31	22,94	23,13	23,25	23,06	23,06	23,13
21,88	17,81 *	19,94	19,88	19,94	20,00	19,25
18,25	14,13 *	15,75 =	15,69 =	15,81	15,75	15,31

denheit, die mit einem = versehenen Reihen, ihrer Gleichheit wegen, beach-

Multiplicator erhalten worden, welchen Hr. Prof. Schellbach die Güte gehabt hat mir zu leihen; diese an meinem eigenen, oben (Bd. 70, S. 207 bis 209) beschriebenen, dessen Empfindlichkeit mir gestattete, höhere Ablenkungen durch directe Einstrahlung der reflectirten Wärme hervorzubringen, ohne daſs ich eine Störung durch die Erwärmung der reflectirenden Fläche zu befürchten gehabt hätte.

Sechs Mal habe ich jene Versuche nur deshalb wiederholt, weil es die ersten waren, welche ich in dieser Beziehung anstellte, und es mir darauf ankam, mich mit völliger Sicherheit von der Richtigkeit meiner Resultate und der

Digitized by Google

Gränze ihrer Genauigkeit zu überzeugen. Später, als ich mit gröſserer Uebung und im Sommer unter günstigeren Temperaturverhältnissen experimentirte, ist mir eine viermalige Wiederholung mehr als hinreichend erschienen.

Die relative Verbesserung der Durchstrahlung der reflectirten Wärme im Vergleich mit der unreflectirten, welche in allen S. 12 und 13 mitgetheilten Fällen beobachtet wurde, wird vollends jeden Zweifel beseitigen, welcher noch darüber obwalten möchte, ob die wahrgenommenen Unterschiede auch wirklich nicht von dem Hinzutritt der eigenen Wärme der reflectirenden Flächen zu den Strahlen der ursprünglichen Wärmequelle herrühren. Denn jene geht, wie wir wissen (s. die erste Tabelle, Bd. 70, S. 356 und 357), durch alle angewandten diathermanen Medien schlechter als die der Argand'schen Lampe hindurch. So lassen, um nur ein Beispiel in dieser Hinsicht anzuführen, die von einem Körper unter 90° R. ausgesandten Wärmestrahlen, welche eine directe Ablenkung von 25° bewirkt haben, nach dem Einschalten des Kalkspaths die Nadel auf 5°,69, die von einer Argand'schen Lampe ausgehenden, bei gleicher directer Einwirkung, nach dem Zwischenstellen derselben Platte die Nadel auf 15°,19 abweichen. Träten also die ersteren zu diesen hinzu, um mit ihnen vereint eine Ablenkung von 25° hervorzubringen, so müſste nach dem Einschalten des Kalkspaths eine geringere Abweichung als 15°,19 eintreten. Eine Steigerung auf 22°,31 aber, wie wir sie z. B. am Carmin beobachtet haben (s. S. 12), wäre rein unmöglich.

Es schien mir nicht ohne Interesse, in Bezug auf die vorliegende Frage *dieselben Stoffe bei verschiedener Farbe* mit einander zu vergleichen.

Es zeigte sich dabei, daſs z. B. die von weiſsem und schwarzem Atlas, so wie die von weiſsem und schwarzem Tafft reflectirte Wärme mittelst Durchstrahlung durch die genannten Körper nicht zu unterscheiden waren. So lenkten die von allen diesen Flächen zurückgesandten Wärmestrahlen, welche das rothe Glas durchdrangen, die Multiplicatornadel um 7°,54 bis 7°,58 ab, wenn ihre directe

Digitized by Google

Einwirkung eine Angabe von 13° hervorbrachte, und die durch den Kalkspath hindurchgehenden lieſsen die Nadel um 17°,12 bis 17°,50 abweichen, wenn die Ablenkung vor der Einschaltung 25° betrug. — Die von weiſsem und die von schwarzem Sammt reflectirte Wärme durchstrahlten dagegen jene Substanzen in sehr ungleichem Verhältniſs. Wurde nämlich die Wärme von dem ersteren zurückgeworfen, so stellte sich die Nadel beim Einschalten des rothen Glases von 13° auf 8°,16 ein, geschah aber die Reflexion von schwarzem Sammt, so sah man sie von 13° auf 6°,5 zurückweichen. Beim Einschalten des Kalkspaths ging sie im ersten Falle von 25° auf 19°,62, im zweiten von 25° auf 15°,5 zurück.

Aehnliche Verschiedenheiten wurden bei anders farbigen Flächen von glatter Seide und Sammt wahrgenommen, wie aus der beigefügten Uebersicht hervorgeht, welche zugleich das Verhältniſs des Durchgangs der reflectirten Wärme zu dem der unreflectirten [1]) ersehen läſst:

1) Daſs die Zahlen, welche den Durchgang der unreflectirten Wärme durch die diathermanen Körper in den verschiedenen Tabellen angeben, nicht dieselben sind, hat seinen Grund darin, daſs sie an verschiedenen Tagen, also unter veränderten Umständen, beobachtet wurden. Es wäre unnütz gewesen, in dieser Beziehung eine Reduction einzuführen, weil der Vergleich der reflectirenden Flächen nie weiter als über eine Gruppe ausgedehnt worden ist, innerhalb welcher er volle Gültigkeit hat.

Digitized by Google

II. Dicke in Milli-metern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablen-kung durch directe Einstrah-lung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die un-reflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem weiſsem Atlas.	schwarzem Atlas.	weiſsem Taff.
1,5	Rothes Glas	13°	7,00	7,54	7,54	7,58
			*			
1,4	Blaues Glas		5,19	5,28	5,24	5,28
1,4	Alaun		3,31	3,96	3,96	4,13
			*			
4,4	Steinsalz	25°	21,69	22,12	22,12	22,12
3,7	Kalkspath		13,62	17,25	17,12	17,38
			*			
1,4	Gyps		10,50	14,19	14,12	14,12
			*			

Zu entsprechenden Resultaten gelangte man beim Vergleich anderer Stoffe von ungleicher Farbe. So brachte die von weiſsem Papier zurückgesandte Wärme, wenn sie direct die Nadel um 13° abgelenkt hatte, beim Zwischenstellen des rothen Glases eine Abweichung von 8°,29, die von schwarzem Papier reflectirte eine Ablenkung von 6°,12 hervor, und beim Einschalten des Kalkspaths lieſs die erstere die Nadel auf 19°,81, die letztere sie auf 13°,38 abweichen, wenn die directe Ablenkung 25° betrug. Vergleicht man diese Werthe mit denen, welche den Antheil der durch rothes Glas und Kalkspath hindurchgehenden unreflectir-

Digitized by Google

Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:

rothem Taſſt.	grünem Taſſt.	schwarzem Taſſt.	weiſsem Sammt.	dunkelrothem Sammt.	hellrothem Sammt.	grünem Sammt.	blauem Sammt.	schwarzem Sammt.
7,50	7,71	= 7,58	8,16 *	6,71	6,92	6,67	6,50	* 6,50
5,21	5,42	5,33	5,67	4,75	4,71	4,63	4,58	4,58
4,38	4,08	3,96	5,86 *	4,13	4,67 *	4,13	3,50	3,50 *
22,31	22,38	22,31	21,69	20,88	20,94	21,00	20,88	20,94
17,12	18,38	17,50	19,62 *	15,62	16,62	16,62	15,56	15,50 *
14,12	15,25	14,06 =	16,75 *	12,75	14,31	14,25	12,38	12,31 *

ten Strahlen darstellen: 7°,46 und 14°,56, so ergiebt sich, daſs der Durchgang der Wärme durch diese Körper in Folge der Reflexion von weiſsem Papier verhältniſsmäſsig verbessert, durch die von schwarzem Papier aber verschlechtert worden ist.

Dasselbe wurde an den übrigen diathermanen Medien beobachtet. — Die nachfolgende Tafel theilt diese Unterschiede so wie diejenigen mit, welche bei der Reflexion der Wärme von andern gleichartigen Stoffen bei verschiedener Farbe hervortraten.

III. Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von: weiſsem Papier.	blauem Papier.	schwarzem Papier.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenk… Arga… rother wollener Tapete.
1,5	Rothes Glas	13°	7,46 *	= 8,29 *	= 8,29	6,12 *	7,75 *	8,67 *
1,4	Blaues Glas		5,04	5,25	4,91	4,38	4,92	5,92
1,4	Alaun		3,71 *	4,92 *	4,84	3,17 *	3,67 *	5,83 *
4,4	Steinsalz	25°	22,19	22,75	22,68	21,06	22,38	23,50
3,7	Kalkspath		14,56 *	19,81 *	19,81	13,38 *	14,38 *	21,31 *
1,4	Gyps		12,00 *	16,62 * =	16,62 =	10,88 *	11,81 *	18,75 *

Aber auch bei der Reflexion von *gleichfarbigen Ki* waren Verschiedenheiten bemerkbar.

Als ich eine Anzahl weiſser Flächen mit einande glich, fand ich z. B., daſs die von Elfenbein diffus zu geworfene Wärme, deren directe Einstrahlung eine A chung der Nadel von 13° bewirkte, nach dem Einscl des rothen Glases 7°,37, die von weiſsem Sammt zu gesandte aber 9°,04 Ablenkung am Thermomultiplicato vorbrachte. — Beim Einstellen des Kalkspaths erhielt

IV. Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einsc… Gyps.	Kreide.	Bleiweiſs.	Zinnoxyd.	weiſser Oelfarbe.
1,5	Rothes Glas	13°	7,63 *	9,00	9,00	9,00	9,21	9,04
1,4	Blaues Glas		5,79 *	6,58 *	6,50	6,54	6,46	6,21
1,4	Alaun		4,38 *	5,71	5,75	5,71	5,71	5,54
4,4	Steinsalz	25°	22,25	23,06	23,06	23,13	23,00	23,00
3,7	Kalkspath		14,94	20,19 *	20,25	20,25	18,38 *	20,19
1,4	Gyps		11,75	16,87 *	16,85	16,75	15,12 *	16,88

Digitized by Google

dem Einschalten, wenn die Wärme der Lampe reflectirt wird von:					Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:		
blauer wollen. Tapete.	weiſser Wolle.	rother Wolle.	hellem Tuch.	schwarzem Tuch.		gelbem Leder.	braunem Maroquin.	schwarzem Maroquin.
8,71	8,35	8,42	7,41	7,33 *	7,83	9,00	8,83	8,92
5,88	6,00	6,00	5,16	5,00	5,50	5,75	5,58	5,50
5,46	5,56	5,62	4,66	4,54	4,08	5,25	4,92	4,75
22,94	23,00	23,00	22,75	22,75	22,19	22,31	22,44	22,37
20,75	20,56	20,62	19,62	19,56	14,75	18,25	18,44 *	17,25 *
17,25	17,88	17,81	16,56	16,63 *	11,56	14,88	14,88 *	13,88 *

im ersten Falle einen Rückgang der Nadel von 25° auf 17°,44, im 2ten von 25° auf 21°,31.

Die folgende Uebersicht enthält die Beobachtungen, welche sich beim Durchgange der von verschiedenen weiſsen Körpern reflectirten Wärme durch die zur Prüfung dienenden diathermanen Medien ergaben. Aus ihrem Vergleich mit der unreflectirten erhellt, daſs nur die von mattgeschliffenem Silber zurückgeworfene mittelst Durchstrahlung von der directen nicht zu unterscheiden war.

wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:								
weiſs. Atlas oder Taft.	weiſsem Sammt.	weiſsem Leinen.	weiſsem Papier.	weiſser Baumwolle.	weiſser Wolle.	Perlmutter.	Elfenbein.	Silber.
9,04	9,04 *	9,21	9,29	9,21	9,00	8,33 *	7,37 *	7,58 *
6,50	6,13	6,46	6,46	6,50	6,46	6,13	5,96	5,83
5,46	6,67 *	5,71	5,75	5,83	6,58 *	6,13 *	5,83	4,38 *
23,13	23,00	22,56	22,56	23,13	23,13	22,56	21,94	22,25
19,50	21,31 *	20,31	20,25	20,44	20,81	19,06	17,44 *	14,86 *
16,81	18,69 *	16,88	16,88	16,94	18,31 *	17,56	15,81 *	11,59 *

Digitized by Google

Dieselben Versuche wie mit weiſsen stellte ich mit schwarzen Flächen an. Dabei zeigte sich, daſs z. B. die von schwarzem Papier reflectirte Wärme, welche direct die Nadel auf 13° abweichen lieſs, beim Zwischenstellen des rothen Glases eine Ablenkung von 8°,03; die von schwarzem Lack zurückgeworfene aber, unter denselben Bedingungen, eine Ablenkung von 10°,64 erzeugte. — Der Antheil der ersteren, welcher die Kalkspathplatte durchstrahlte, er-

V. Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten, wenn … wird				
				Kupferoxyd.	gerbsaurem Eisenoxyd.	Asphalt-Lack.	schwarz. Atlas oder Taffet.	schwarzem Sammt.
1,5	Rothes Glas	13°	9,32	9,96	10,14 *	10,64 *	9,61	8,79 *
1,4	Blaues Glas		7,66	7,86	7,89	8,18	8,07 *	7,25
1,4	Alaun		5,85	6,29	6,64	6,57	6,79	6,11
4,4	Steinsalz	25°	22,25	23,12	22,69	22,88	22,94	21,50
3,7	Kalkspath		16,75	20,06	20,94 *	20,38	19,81	18,62 *
1,4	Gyps		14,00	16,00	16,88	16,12	16,19	15,31 *

Auſser schwarzer Holzkohle und Braunkohle reflectirte keine der angewandten Kohlenflächen Wärme genug, um sie der Durchstrahlung unterwerfen zu können.

Am schwächsten ist die Diffusion an Ruſs und animalischer Kohle. Um so merkwürdiger erscheinen die Veränderungen, welche die Wärme bei der Reflexion von den erstgenannten Flächen erleidet. Die von Braunkohle zurückgeworfenen Strahlen durchdringen nämlich rothes Glas,

Digitized by Google

hielt die Galvanometernadel auf 14°,75; der sie durchdringende Antheil der letzteren auf 20°,38, wenn die directe Einstrahlung der reflectirten Wärme sie auf 25° eingestellt hatte. — Nur die von Schwarzblech diffus reflectirte Wärme ging auf dieselbe Weise wie die unreflectirte durch die diathermanen Substanzen hindurch, wie aus der beigefügten Tabelle zu ersehen ist, welche die Details dieser Untersuchung enthält.

die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt von:					Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe	Ablenkung nach dem Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:	
schwarzem Papier.	schwarzem Tuch.	schwarzem Maroquin.	schwarzem Glase.	Schwarzblech.		schwarzer Holzkohle.	Braunkohle.
8,03 *	9,32	9,50	8,25	9,29 *	9,06 *	8,25 *	10,25 *
6,96 *	7,75	7,43	6,79	7,11	7,88	7,50	7,56
5,36 *	7,07 *	6,71	5,94	5,57 *	5,75	5,31	6,06
21,12	22,12	22,75	20,88	22,12	22,12	21,31	22,12
14,75 *	20,00	20,06	15,12	16,81 *	16,50 *	14,69 *	19,50 *
12,75 *	17,25 *	16,69	12,62	13,69 *	14,41 *	13,12 *	16,56 *

[1])

Alaun, Kalkspath und Gyps in höherem, die von schwarzer vegetabilischer Kohle zurückgesandten dieselben Körper in geringerem Grade als die unreflectirten Strahlen der Lampe. Die nachfolgenden Zahlen entsprechen den Wärmemengen, welche bei gleicher, möglichst günstiger Stellung gegen die Argand'sche Lampe, von Tusch, Rufs, animalischer Kohle, Steinkohle, Coaks und Graphit zur Thermosäule diffus reflectirt wurden.

1) Schwarze Körper für die sichtbaren Strahlen verhalten sich also wie farbige gegen die Wärme.

Digitized by Google

VI. Gröſse der reflectirenden Fläche.	Neigung ihrer Normale gegen die Längenaxe der Säule.	Ablenkung durch directe Einstrahlung, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:					
		Tusch.	Ruſs.	animalischer Kohle.	Steinkohle.	Coaks.	Graphit.
8 Centim. im Quadr.	32°	6,00	2,80 *	1,90 *	7,80	5,10	7,05 [1])

Die von *gewissen gleichartigen Körpern* reflectirten Wärmestrahlen gingen in ungeändertem Verhältniſs durch die diathermanen Medien hindurch.

So stellte sich die Nadel beim Einschalten des rothen Glases auf 8°,08 bis 8°,17 ein, die directe Ablenkung von 13° mochte durch Reflexion der Wärme der Argand'schen Lampe von Birkenholz, Kork oder Mahagoni hervorgebracht seyn, und beim Zwischenstellen des Kalkspaths auf 18°,50 bis 18°,62, von welcher dieser 3 Flächen die Wärme auch zurückgeworfen seyn mochte, um die Nadel auf 25° abzulenken.

Aehnliches zeigte sich bei Metallen und Metalllegirungen, bei denen noch die Eigenthümlichkeit hinzutrat, daſs die von ihren mattgeschliffenen Flächen diffus reflectirte Wärme mittelst Durchstrahlung von der unreflectirten nicht zu unterscheiden war, ein Resultat, welches mit dem von Melloni [2]) aufgestellten Satze übereinstimmt, daſs sich rauhe Metallflächen gegen die Wärme wie weiſse Körper gegen Licht verhalten. Die Multiplicatornadel kehrte z. B. beim Einstellen des rothen Glases von 13° auf 7°,91 bis 7°,75 und beim Einschalten des Kalkspaths von 25° auf 15°,33 bis 15°,08 zurück, die Wärmestrahlen mochten von der Flamme direct zur Säule gelangen, oder von Gold, Platin, Quecksilber, Kupfer, Blei, Messing oder irgend einem andern Metall oder einer andern Legirung diffus reflectirt worden seyn.

Die folgende Tafel zeigt, wie groſs diese Uebereinstimmung der Ablenkungen bei den verschiedenen Holz- und Metallflächen für alle angewandten diathermanen Medien und bei noch höheren Ablenkungen, als die bezeichneten, war.

1) Schwarzer Maroquin z. B. brachte unter denselben Umständen (durch die von ihm reflectirte Wärme) eine Ablenkung von 26° am Multiplicator hervor.

2) Diese Annal., Bd. 52, S. 580, 581, 583. (Vergl. Bd. 70, S. 231, Note 2. Ausnahme; dies. Bd., S. 4, Note 2.)

Digitized by Google

VII.

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:			Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:											
				Birkenholz.	Kork.	Mahagoni.		Gold.	Silber.	Platin.	Quecksilber.	Eisen.	Zinn.	Zink.	Kupfer.	Blei.	Legirung von Blei und Zinn.	Messing.	Neusilber.
1,5	Rothes Glas	13°	7,67	8,17	8,08	8,17	7,87	7,91	7,87	7,79	7,83	7,79	7,79	7,75	7,83	7,79	7,79	7,79	7,87
1,4	Blaues Glas		5,92	6,33	6,33	6,42	6,25	6,29	6,33	6,21	6,25	6,29	6,25	6,21	6,29	6,21	6,21	6,25	6,29
1,4	Alaun		4,33	5,50	5,50	5,50	4,96	4,91	4,91	4,91	4,91	4.91	4,96	4,88	4,96	4,88	4,88	4,88	4,96
4,4	Steinsalz	25°	22,81	22,81	22,75	22,88	22,75	22,67	22,75	22,67	22,58	22,58	22,58	22,58	22,67	22,75	22,58	22,58	22,67
3,7	Kalkspath		15,44	18,62	18,50	18,56	15,33	15,17	15,25	15,08	15,25	15,25	15,08	15,08	15,17	15,08	15,17	15,25	15,17
1,4	Gyps		12,75	15,69	15,69	15,69	12,33	12,08	12,17	12,25	12,17	12,25	12,25	12,08	12,08	12,08	12,17	12,33	12,17
							32° direct												
1,5	Rothes Glas	17°	10,66	11,75	11,58	11,75	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,25	21,00	20,75	21,00	21,00	21,00	20,75	21,00
1,4	Blaues Glas		9,42	9,25	9,17	9,17	16,25	16,50	16,50	16,25	16,25	16,50	16,25	16.25	16,25	16.25	16,25	16,50	16,25
1,4	Alaun		6,83	8,42	8,33	8,33	11,25	11,75	11,75	11,25	11,25	11,25	11,25	11,00	11,25	11,00	11,25	11,50	11,25
							40° direct												
4,4	Steinsalz	30°	27,00	27,00	27,25	26,90	36,50	36,75	36,25	36,50	36,25	36,75	36,50	36,50	36,50	36,25	36,50	36,75	36,50
3,7	Kalkspath		18,00	21,25	21,00	21,25	25,75	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,25	25,25	25,25	25,50	25,75	25,25
1,4	Gyps		14,25	18,00	18,00	18,25	19,75	19,75	19,25	19,50	19,50	19,50	19,75	19,50	19,50	19,25	19,50	19,75	19,75

Digitized by Google

Der Vergleich der von einigen *ganz verschiedenartigen Flächen* reflectirten Wärme führte zu ähnlichen Resultaten, wie die bereits angeführten Versuche.

Die von grünem Wachstuch zurückgeworfenen Wärmestrahlen, welche das rothe Glas durchdrangen, brachten z. B. eine Ablenkung von 7°,0, die von weiſsem Cattun reflectirten, welche durch dieselbe Platte hindurchgingen, eine Ablenkung von 8°,5 hervor, wenn die Nadel vor dem Einschalten auf 13° abgewichen war, und die durch Kalkspath hindurchgehenden bewirkten im ersten Falle eine Ablenkung von 18°, im zweiten von 20°,81, wenn das Thermoskop unter directer Einwirkung der reflectirten Wärme 25° angab.

Die von gelbem Marmor und Birkenholz zurückgesandte

VIII. Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem der Argand'schen	
				braunem Manchester.	weiſsem Cattun.
1,5	Rothes Glas	13°	7,75	8,08	8,50 *
1,4	Blaues Glas		4,92	5,79	6,25 *
1,4	Alaun		3,67 *	5,21	5,25
4,4	Steinsalz	25°	22,38	23,00	23,25
3,7	Kalkspath		14,38 *	20,50	20,81 *
1,4	Gyps		11,81 *	17,19	17,44 *

Durch die mitgetheilten Resultate ist es sonach über alle Zweifel erhoben, *daſs die Wärme durch diffuse Reflexion in sehr verschiedener Weise von einigen Körpern in hohem Grade, von andern gar nicht verändert wird.*

Daſs diese Veränderungen bei nicht polirten Körpern *von dem Grade ihrer Rauhheit unabhängig* sind, geht aus den nachfolgenden Beobachtungen hervor. — Denn es zeigt sich z. B. stets eine Ablenkung von 7°,63 bis 7°,75, sobald man das rothe Glas einschaltet, die Wärme der Argandschen Lampe mag von einer mehr oder weniger rauhen

Wärme durchstrahlten dagegen die diathermanen Medien in völlig gleichem Verhältniſs. So lenkte jede beim Einschalten des rothen Glases die Galvanometernadel auf 8°,04 bis 8°,17 ab, sofern die directe Ablenkung 13°, und beim Einstellen des Kalkspaths auf 17°,62, sofern die directe Ablenkung 25° betrug. — Sie unterschieden sich aber sehr wohl von der an einer Metallfläche diffus reflectirten Wärme, welche, wie die unreflectirte, die Nadel beim Zwischenstellen des Glases von 13° auf 7°,67 und beim Einschalten des Kalkspaths von 25° auf 14°,44 zurückgehen lieſs.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Details der Beobachtungen für diese und einige andere reflectirende Flächen, wie sie sich an den verschiedenen diathermanen Körpern ergaben.

Einschalten, wenn die Wärme Lampe reflectirt wird von:			Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten, wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:		
grauem Cattun.	grünem Wachstuch.	schwarzem Sammt.		Birkenholz.	gelbem Marmor.	Metall.
8,33	7,00 *	6,67 *	7,67	8,17	8,04	7,67
6,25	5,00	4,83 *	4,92	5,33	5,33	4,96
5,50 *	3,75 *	3,96	3,33	4,50	4,56	3,17
23,25	22,25	22,19	22,81	22,81	22,81	22,88
20,75	18,00 *	17,50	14,44	17,62	17,62	14,44
17,50	14,69	14,44 *	11,50	14,69	14,56	11,75

Holzfläche reflectirt worden seyn, um die Multiplicatornadel auf 13° abweichen zu lassen. Aehnliches ist bei den übrigen diathermanen Substanzen der Fall.

Bei Metallflächen, deren diffuse Reflexion überhaupt keinen Einfluſs auf die Durchstrahlung der Wärme durch die bisher zur Untersuchung benutzten diathermanen Platten ausübt (s. die Tabelle S. 23.), ist es sogar gleichgültig, ob man sie spiegelnd oder in beliebig verschiedenen Zuständen ihrer Oberfläche anwendet. Auch hierüber enthält die beigefügte Tafel die beobachteten Werthe.

Digitized by Google

IX. Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten, Birkenholz glatt.	geritzt.	rauh.	noch rauher.
1,5	**Rothes Glas**	13°	7,71	7,75	7,63	7,75
1,4	**Blaues Glas**		5,75	5,79	5,83	5,79
1,4	**Alaun**		5,21	5,33	5,25	5,38
4,4	**Steinsalz**	25°	22,81	22,88	22,75	22,75
3,7	**Kalkspath**		18,50	18,56	18,62	18,50
1,4	**Gyps**		15,75	15,69	15,50	15,75

Wie zu erwarten war, steht die Veränderung des Durchgangs der Wärme nach der Reflexion für eine diathermane Substanz in keiner Beziehung zu ihrem Hindurchgehen durch eine andere.

Die von Carmin (s. S. 12.), weiſsem Sammt (s. S. 17.) und vielen anderen Flächen zurückgeworfenen Strahlen durchdringen zwar, bei gleicher directer Intensität, die bekannten 6 diathermanen Körper sämmtlich in höherem Grade als die unreflectirten, und die von schwarzem Papier (s. S. 18, I. Tab.) und Holzkohle (s. S. 21.) reflectirten gehen durch alle in geringerem Grade als die nicht reflectirten Strahlen

X. Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirt. Strahlen der Argand'schen Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten, schwarzem Sammt.	grünem Sammt.	dunkelrothem Sammt.	Bleiweiſs.	weiſsem Sammt.	Carmin.
			a . . b	*a . . .*	*c . . b*	*c . . .*	*d, e, f, g*	*d, h, i.*	*. h . .*
1,5	**Rothes Glas**	13°	7,00	6,50	6,67	6,71	9,00	9,04	10,04
1,4	**Blaues Glas**		5,19	4,58	4,63	4,75	6,58	6,13	6,63
1,4	**Alaun**		3,31	3,50	4,13	4,13	5,71	6,67	6,17
4,4	**Steinsalz**	25°	21,69	20,94	21,00	20,88	23,06	23,00	24,00
3,7	**Kalkspath**		13,62	15,50	16,62	15,62	20,19	21,31	21,31
1,4	**Gyps**		10,50	12,31	14,25	12,75	16,87	18,69	17,69

Digitized by Google

wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:

Weiſsblech				Kupfer		Blei	
spiegelnd.	der Länge nach geritzt.	in doppeltem Sinne geritzt.	wolkig geritzt.	glatt.	in doppeltem Sinne tief gravirt.	glatt.	in doppeltem Sinne geritzt.
7,27	7,27	7,27	7,27	7,25	7,00	7,25	7,25
5,38	5,38	5,38	5,38	5,25	5,25	5,50	5,25
4,58	4,58	4,58	4,58	4,50	4,25	4,50	4,50
22,67	22,58	22,75	22,58	22,50	22,75	22,75	22,75
15,44	15,25	15,17	15,50	15,50	15,25	15,25	15,50
12,50	12,33	12,17	12,44	12,25	12,25	12,50	12,25

hindurch. Allein die z. B. von grünem Sammt (s. S. 17.) zurückgeworfene Wärme durchstrahlt Alaun, Kalkspath und Gyps verhältniſsmäſsig besser, rothes Glas eben so gut, blaues Glas und Steinsalz schlechter als die directen Strahlen der Flamme. Aehnliches findet bei anderen Flächen statt.

Einige in dieser Beziehung characteristische Fälle habe ich in der folgenden Uebersicht zusammengestellt, in der besonders die mit gleichen Buchstaben bezeichneten Rubriken beim Vergleich eigenthümliche Verhältnisse zu erkennen geben.

wenn die Wärme der Argand'schen Lampe reflectirt wird von:

weiſser Wolle.	rother Tapete.	Zinnoxyd.	Elſenbein.	Perlmutter.	rothem Tafft.	grünem Tafft.	braunem Maroquin.	schwarzem Maroquin.	schwarzem Lack.	schwarzem Tuch.
. *e*, *k* .	. . *k* .	*l*, *m*, *f* .	*l* . . *g*	. *m* . .	*n* . *i* .	*n* . . .	*o* . . .	*o* . . .	*p* . . .	*p* . . .
9,00	9,25	9,21	7,37	8,33	9,00	9,21	8,83	8,92	10,64	9,32
6,46	6,38	6,46	5,96	6,13	6,46	6,67	5,58	5,50	8,18	7,75
6,58	6,79	5,71	5,83	6,13	5,58	5,28	4,92	4,75	6,57	7,07
23,18	23,62	23,00	21,94	22,56	23,12	23,19	22,44	22,37	22,88	22,12
20,81	21,50	18,38	17,44	19,06	18,56	19,86	18,44	17,25	20,38	20,00
18,31	19,12	15,12	15,81	17,56	15,56	16,69	14,88	13,88	16,12	17,25 [1])

1) Die durch stärkere Linien getrennten Zahlen sind nicht mit einander vergleichbar.

Digitized by Google

So gehen die von weiſsem Sammt reflectirten Wärmestrahlen durch Alaun und Gyps in höherem, durch Kalkspath in gleichem, durch rothes, blaues Glas und Steinsalz in geringerem Maaſse als die von Carmin zurückgesandten hindurch. Die von Zinnoxyd zurückgeworfene Wärme durchstrahlt rothes Glas reichlicher, blaues Glas, Alaun und Steinsalz in gleichem Verhältniſs, Kalkspath und Gyps in niederem Grade als die von Perlmutter reflectirte. Ein ähnliches Umspringen zeigen die Werthe, welche den Durchgang der von schwarzem Lack und der von schwarzem Tuch reflectirten Wärme durch die genannten Körper darstellen. Die von rothem und grünem Sammt zurückgeworfenen Strahlen durchdringen rothes, blaues Glas, Alaun und Steinsalz auf gleiche, Kalkspath und Gyps auf verschiedene Weise.

Es würde ermüden, auch die übrigen Fälle näher zu betrachten, welche zu ähnlichen Resultaten führen und sämmtlich den oben (Bd. 70, S. 226.) ausgesprochenen Satz bestätigen,

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:				Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung Einschalten	
			Argand'sche Lampe.	rothglühendes Platin.	Alkohol-flamme.	Metallcylinder.		Argand'sche Lampe.	rothglühendes Platin.
1,5	Rothes Glas	13°	10,50	7,00	5,50	3,25	25°	13,50	11,50
1,4	Blaues Glas		8,50	6,00	4,00	3,00		12,25	11,00
1,4	Alaun		6,00	3,75	2,50	2,00		9,50	7,50
4,4	Steinsalz	20°	18,25	17,00	16,00	14,00	25°	22,00	21,00
3,7	Kalkspath		12,50	9,50	8,50	6,50		16,75	10,75
1,4	Gyps		10,50	8,50	6,75	7,00		12,50	9,25

I. Die Reflexion lieſs ich zunächst an denjenigen Flächen geschehen, welche bei den vorigen Beobachtungen die *gröſsten Verschiedenheiten* gezeigt hatten. In der nachfolgenden Tafel sind die Resultate enthalten, zu denen die

Digitized by Google

daſs der Durchgang der Wärme durch diathermane Medien allein von der Natur dieser Körper abhängt, vermöge deren sie gewisse Strahlen leichter als andere hindurchlassen.

2. Es fragte sich, wie sich die Modificationen der Wärme bei diffuser Reflexion, welche bei ihrer Durchstrahlung durch diathermane Substanzen hervortreten, *bei verschiedenen Wärmequellen* verhalten würden.

Ich bediente mich zu dieser Untersuchung, auſser einer Argand'schen Lampe, rothglühenden Platins (s. Bd. 70, S. 214.), einer Alkoholflamme (s. Bd. 70, S. 214.) und eines Metallcylinders, welcher dadurch erhitzt wurde, daſs man ihn über die Flamme der Argand'schen Lampe steckte (s. Bd. 70, S. 221.). — Daſs die von ihnen ausgesandten Wärmestrahlen in der That verschiedenartig sind, wissen wir aus den ungleichen Verhältnissen, in denen sie dieselben diathermanen Körper durchdringen, wie auch aus der beigefügten Tabelle zu ersehen ist, welche sie für verschiedene directe Ablenkungen angiebt.

nach dem für:		Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:				Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
Alkohol-flamme.	Metallcylinder.		Argand'sche Lampe.	rothglühendes Platin.	Alkohol-flamme.	Metallcylinder.		Argand'sche Lampe.	rothglühendes Platin.	Alkohol-flamme.	Metallcylinder.
11,00	7,00	30°	20,25	18,25	14,87	8,00	50°	35,00	30,00	29,25	17,50
10,50	6,75		16,75	16,25	14,12	7,87		32,50	28,50	28,25	16,50
6,25	6,25		11,75	8,50	7,87	7,62		21,50	16,25	15,50	15,50
19,50	17,50	30°	26,50	25,37	23,50	21,50	50°	46,00	45,50	43,25	42,50
10,00	7,25		17,50	11,87	11,25	7,62		35,00	25,50	24,00	12,50
7,50	7,50		13,50	9,87	8,52	8,00		27,50	20,00	16,50	15,00

Versuche mit der *Argand'schen Lampe* geführt haben, welche für diese bisher noch nicht betrachtete Gruppirung von Neuem angestellt werden muſsten.

Digitized by Google

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten			
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.	Kupferoxyd.
1,5	Rothes Glas	13°	8,50	8,75	10,00 *	8,50
1,4	Blaues Glas		6,50	6,75	7,00	6,50
1,4	Alaun		5,00	6,25	7,25 *	5,50
4,4	Steinsalz	20°	18,00	18,00	18,37	18,00
3,7	Kalkspath		12,12	15,50	16,75 *	15,37
1,4	Gyps		9,87	13,00	13,87 *	12,00

Es geht daraus hervor, daſs z. B. die durch Reflexion der Wärme jener Quelle auf 13° abgelenkte Galvanometernadel beim Einschalten des rothen Glases auf 10° zurückging, wenn Carmin, auf 7°, wenn schwarzes Papier die Wärme reflectirt hatte; oder, wenn sie auf 20° abgewi-

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,			
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.	Kupferoxyd.
1,5	Rothes Glas	13°	7,04	7,71	8,79 *	8,33
1,4	Blaues Glas		6,00	6,46	7,00	6,67
1,4	Alaun		3,66	3,79	4,54 *	3,75
4,4	Steinsalz	20°	18,13	18,00	18,50	18,00
3,7	Kalkspath		10,63	12,94	14,81 *	12,88
1,4	Gyps.		9,25	11,13	11,63 *	10,56

Es zeigte sich, daſs die in diesem Fall von Carmin zurückgesandte Wärme, wenn sie direct wieder eine Ablenkung von 13° bewirkte, beim Einschalten des rothen Gla-

Digitized by Google

wenn die Wärme der *Argand'schen Lampe* reflectirt wird von:

rothem Taft.	weiſsem Sammt.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
9,00	9,00	8,25	7,00	9,00	8,50	8,25
	*	*	*			*
6,50	6,50	6,00	5,75	6,75	6,25	6,00
6,50	7,75	6,25	5,00	7,50	6,00	6,00
	*	*	*			*
18,00	18,00	17,37	16,62	18,00	17,87	17,50
15,12	16,50	13,37	10,50	16,37	15,12	13,62
	*	*	*			*
12,25	14,62	11,37	8,75	14,14	12,50	11,37
	*	*	*			*

chen war, beim Zwischenstellen des Kalkspaths im ersten Fall auf 16°,75, im zweiten auf 10°,5.

Die Wiederholung derselben Versuche unter den Strahlen des *rothglühenden Platins* ergab die in der folgenden Tabelle mitgetheilten Beobachtungen:

wenn die Wärme des *rothglühenden Platins* reflectirt wird von:

rothem Taft.	weiſsem Sammt.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
7,92	7,25	7,00	6,42	7,25	7,21	7,33
	*	*	*			*
6,63	6,25	5,79	5,42	6,25	6,04	6,08
4,08	4,50	3,71	3,37	4,25	3,92	3,71
	*	*	*			*
18,06	18,00	17,50	16,63	18,00	18,00	17,38
12,50	13,63	12,25	9,69	13,44	12,38	12,25
	*	*	*			*
10,69	11,56	10,38	8,56	11,13	10,63	10,31
	*	*	*			*

ses 8°,79, die von schwarzem Papier reflectirte, unter denselben Bedingungen, eine Angabe von 6°,42 am Thermomultiplicator hervorbrachte, oder beim Einstellen des Kalk-

Digitized by Google

spaths jene eine Ablenkung von 14°,81, diese von 9°,69, wenn die directe Einwirkung der reflectirten Wärme die Nadel, wie vorher, auf 20° abweichen lieſs.

Die bei der Durchstrahlung durch rothes Glas und Kalkspath wahrgenommenen Unterschiede der von Carmin und schwarzem Papier reflectirten Wärme sind also für die Strahlen des rothglühenden Platins geringer als für die der Ar-

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,			
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.	Kupferoxyd.
1,5	Rothes Glas	13°	4,87	5,00	5,75 *	4,87
1,4	Blaues Glas		4,00	4,25	4,62	4,25
1,4	Alaun		2,50	2,50	2,62 *	2,12
4,4	Steinsalz	20°	15,50	16,00	16,50	16,00
3,7	Kalkspath		8,63	9,50	10,75 *	9,87
1,4	Gyps		7,00	8,25	8,87 *	7,87

Wurde also die Wärme dieser Flamme von Carmin dergestalt zurückgeworfen, daſs sie die Nadel des Thermoskops auf 13° ablenkte, so kehrte diese beim Einschalten des rothen Glases auf 5°,75 zurück, und sie wich auf 4°,25, wenn die directe Abweichung von 13° durch Reflexion von schwarzem Papier hervorgebracht war; oder die Nadel ging das erste Mal von 20° auf 10°,75, das zweite Mal von 20° auf 8° zurück, wenn man die Kalkspathplatte zwischen der reflectirenden Fläche und der Thermosäule einstellte.

Aus dem Vergleich dieser Resultate mit den vorigen ergiebt sich, daſs die Verschiedenheiten, welche die Wärme der Alkoholflamme nach der Reflexion von Carmin und

Digitized by Google

gand'schen Lampe. Dasselbe gilt von den Verschiedenheiten, welche an den übrigen diathermanen Körpern und in Folge der Reflexion von allen andern Flächen hervortreten.

Die Reflexion der Wärme einer *Alkoholflamme* führte, wenn sie in gleicher Weise mittelst Durchstrahlung untersucht wurde, zu den in der beigefügten Tafel verzeichneten Werthen:

wenn die Wärme der *Alkoholflamme* reflectirt wird von:

rothem Taffet.	weiſsem Sammt.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
5,50	4,75	4,62	4,25	4,75	4,37	4,50
	*	*	*			*
4,87	4,25	4,12	3,62	4,12	4,37	4,25
2,62	2,25	2,50	2,37	2,25	2,62	2,50
	*	*	*			*
16,00	15,57	15,50	14,75	16,00	16,00	15,50
10,00	9,75	9,25	8,00	9,87	9,87	9,25
	*	*	*			*
8,25	8,00	7,87	6,87	8,00	8,13	8,00
	*	*	*			*

schwarzem Papier bei ihrem Durchgange durch rothes Glas und Kalkspath zu erkennen gab, geringer als die waren, welche die Wärme des glühenden Platins nach der Reflexion von denselben Körpern gezeigt hatte. Dasselbe war bei den an andern diathermanen Medien wahrgenommenen Unterschieden der Fall, so wie bei denen, welche die von den übrigen Flächen zurückgeworfenen Strahlen bei ihrem Durchgange durch rothes Glas, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps beobachten lieſsen.

Die Untersuchung der von den nämlichen Körpern reflectirten Wärme des auf etwa 80° R. *erhitzten Eisencylinders* ergab die in der nachfolgenden Uebersicht enthaltenen Resultate:

Digitized by Google

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,			
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.	Kupferoxyd.
1,5	Rothes Glas	13°	3,25	3,25	3,25	3,25
1,4	Blaues Glas		2,87	2,75	2,87	2,87
1,4	Alaun		2,00	2,00	2,00	2,00
4,4	Steinsalz	20°	16,00	16,25	16,00	16,00
3,7	Kalkspath		5,25	5,25	5,25	5,25
1,4	Gyps		6,00	6,00	6,00	6,25

In diesem Falle gingen sonach die von Carmin und die von schwarzem Papier zurückgesandte Wärme auf völlig gleiche Weise durch rothes Glas und Kalkspath hindurch. **Denn beide lenkten, wenn ihre directe Einwirkung eine Abgabe von 13° hervorbrachte, die Galvanometernadel auf 3°,25 ab, wenn das rothe Glas, oder, bei directer Ablenkung von 20°, auf 5°,25 bis 5°,5, wenn die Kalkspathplatte zwischen der reflectirenden Fläche und dem Thermoskop eingeschaltet wurde. Eben so wenig waren die von anderen Flächen reflectirten Wärmestrahlen durch irgend eine der angewandten diathermanen Substanzen unter sich oder von den unreflectirten zu unterscheiden.**

Für diese Wärmequelle waren also durchaus keine Verschiedenheiten nach der diffusen Reflexion wahrzunehmen.

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,			
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.	Kupferoxyd.
1,5	Rothes Glas	16°	10,42	11,83	12,58	11,75
1,4	Blaues Glas		8,50	8,92	9,33	8,92
1,4	Alaun		6,08	7,67	8,42	6,75
4,4	Steinsalz	30°	27,00	27,00	28,00	26,75
3,7	Kalkspath		18,00	22,25	24,00	21,75
1,4	Gyps		14,25	19,00	20,00	17,00

Digitized by Google

wenn die Wärme des *heiſsen Metallcylinders* reflectirt wird von:

rothem Tafft.	weiſsem Sammt.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
3,25	3,50	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
2,87	2,75	2,87	2,87	2,87	2,75	2,62
2,00	2,25	2,25	2,12	2,00	2,25	2,00
16,00	16,00	16,25	16,00	16,25	15,75	16,00
5,25	5,25	5,25	5,50	5,50	5,50	5,25
6,00	6,25	6,00	6,25	6,25	6,25	6,00

Somit ist es durch diese Versuche erwiesen, daſs die Modificationen, welche die Wärme bei der Reflexion erleidet, für die von einer Argand'schen Lampe ausgehende Wärme sehr bedeutend sind, daſs sie sich für die Wärme des rothglühenden Platins vermindern, für die Strahlen einer Alkoholflamme noch geringer werden, und für die von einem erhitzten Eisencylinder ausgesandte Wärme, welche Temperatur er auch zwischen 20° und etwa 90° R. [1]) haben mag, absolut verschwinden.

Um dieſs noch deutlicher hervortreten zu lassen, wiederholte ich die angeführten Versuche auch bei höheren Ablenkungen als den bereits mitgetheilten. Die Zahlen, welche hierbei beobachtet wurden, sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

wenn die Wärme der *Argand'schen Lampe* reflectirt wird von:

rothem Tafft.	weiſsem Sammt.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
11,83	11,67	10,00	8,92	11,67	11,33	10,50
8,58	8,42	8,00	7,33	8,42	8,42	8,58
7,75	8,50	7,00	5,83	8,50	7,25	6,92
27,00	26,75	26,25	24,75	27,00	27,00	26,25
21,50	23,50	19,50	16,50	22,75	21,25	19,50
18,00	21,50	15,75	13,50	20,50	18,00	15,75

1) Die in den Monatsberichten der Berliner Academie, Mai 1845, und in diesen Annal., Bd. 65, S. 586, mit 160° C. bezeichnete Gränze ist zu hoch angegeben. Bei einer Temperatur des Cylinders über 90° R. (also bei einem Wärmegrade, welcher noch weit entfernt ist ein sichtbares

Digitized by Google

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,			
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.	Kupferoxyd.
1,5	Rothes Glas	20°	10,12	11,25	12,33	11,50
1,4	Blaues Glas		9,17	9,75	10,08	9,83
1,4	Alaun		8,08	8,17	8,75	8,08
4,4	Steinsalz	20°	18,13	18,00	18,50	18,00
3,7	Kalkspath		10,63	12,94	14,81	12,88
1,4	Gyps		9,25	11,13	11,63	10,56
			Ablenkg. nach d. Einschalten, wenn d. Wärme			
1,5	Rothes Glas	25°	9,87	9,87	11,62	11,37
1,4	Blaues Glas		9,00	9,00	9,87	9,87
1,4	Alaun		5,50	5,75	6,00	5,62
4,4	Steinsalz	25°	20,37	20,50	20,87	20,37
3,7	Kalkspath		11,75	12,25	14,13	13,75
1,4	Gyps		9,50	11,13	11,63	11,12
			Ablenkg. nach d. Einschalten, wenn d. Wärme			
1,5	Rothes Glas	25°	8,87	9,00	9,00	8,87
1,4	Blaues Glas		8,12	8,12	8,00	8,12
1,4	Alaun		6,50	6,32	6,50	6,50
4,4	Steinsalz	30°	22,50	22,50	22,25	22,50
3,7	Kalkspath		9,37	9,63	9,63	9,63
1,4	Gyps		10,50	10,25	10,38	10,50

Es geht daraus aufs Neue hervor, *daſs die Veränderungen der Wärme bei diffuser Reflexion eben sowohl durch die Natur der Wärmequellen wie durch die Beschaffenheit der reflectirenden Körper bedingt werden.*

Es hängt damit zusammen, daſs die von verschiedenen Substanzen reflectirten Wärmestrahlen dabei ihr Verhältniſs zu einander in gewisser Beziehung ändern.

So geht die Wärme der Argand'schen Lampe, wenn sie von Carmin reflectirt wird, verhältniſsmäſsig schlechter als die von weiſsem Sammt zurückgeworfene durch Gyps hindurch, die von diesen Flächen zurückgesandten Strahlen des

Glühen hervorzubringen) treten in der That schon Unterschiede in der Durchstrahlung der von verschiedenen Körpern reflectirten Wärme hervor.

Digitized by Google

wenn die Wärme des *rothglühenden Platins* reflectirt wird von:

rothem Tafft.	weiſsem Sammt.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
11,42	10,75	10,50	9,58	10,83	10,75	10,75
9,83	9,50	9,00	8,33	9,33	9,17	9,08
8,33	8,58	8,17	7,33	8,58	8,33	8,17
18,06	18,00	17,50	16,63	18,00	18,00	17,38
12,50	13,63	12,25	9,69	13,44	12,38	12,25
10,69	11,56	10,38	8,56	11,13	10,63	10,31

[1]

einer Berzelius'schen *Alkoholflamme* von den genannten Körp. reflectirt wird:

11,00	9,50	9,87	8,75	9,50	9,75	10,12
9,62	8,75	8,37	8,25	8,75	8,37	9,00
6,25	5,50	5,62	5,12	5,50	6,00	6,12
20,50	20,37	20,12	19,63	20,50	20,50	20,25
13,00	12,75	12,25	11,13	12,87	13,00	12,25
11,00	10,50	10,00	9,25	10,50	10,88	9,87

des *heiſsen Metallcylinders* von denselben Körpern reflectirt wird:

8,87	8,87	8,87	8,75	8,87	8,87	8,87
8,00	8,12	8,00	8,00	8,12	8,00	8,00
6,50	6,62	6,62	6,50	6,62	6,50	6,62
22,37	22,37	22,50	22,62	22,37	22,62	22,37
9,63	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,63
10,38	10,38	10,50	10,38	10,38	10,50	10,50

glühenden Platins durchdringen diese Platte aber in gleicher Weise, und die Wärme der Alkoholflamme durchstrahlt dieselbe nach der Reflexion von Carmin relativ besser, als wenn sie von weiſsem Sammt reflectirt wird. — Dasselbe ist, unter gleichen Umständen, bei Bleiweiſs und weiſser Wolle der Fall. — Die von rothem Tafft und die von Kupferoxyd reflectirten Wärmestrahlen der Argand-schen Lampe gehen in verschiedenem, die von denselben Flächen zurückgeworfenen Strahlen des glühenden Platins in gleichem Verhältniſs durch eine Alaunplatte hindurch.

1) Unter den Strahlen des rothglühenden Platins vermochte nicht jede Fläche durch Reflexion eine höhere Ablenkung als 20° hervorzubringen.

Digitized by Google

Dieſe Beiſpiele werden hinreichend den in Rede ſtehenden Vorgang erläutern, welcher in ähnlicher Weiſe an andern reflectirenden Flächen und an andern diathermanen Körpern beobachtet wurde.

II. Es blieb noch zu unterſuchen, ob diejenigen Flächen, welche einen *gleichen Einfluſs* auf die Strahlen der Argand'ſchen Lampe ausüben, d. h. welche ſie dergeſtalt reflectiren, daſs die von der einen zurückgeworfene Wärme in demſelben Verhältniſs wie die von der andern zurückgeſandte durch die zur Prüfung dienenden diathermanen Medien hindurchgeht, auch die Wärme der übrigen Quellen ſo reflecti-

Dicke in Millimetern.	Eingeſchaltete Subſtanzen.	Ablenkung durch directe Einſtrahlung.	Ablenkung nach dem Einſchalten für die unreflectirten Strahlen der Argand'ſchen Lampe.	Ablenkung nach dem Einſchalten,					
				Silber.	Schwarzblech.	weiſsem Atlas	ſchwarzem Atlas.	weiſsem Taft.	ſchwarzem Taft.
1,5	Rothes Glas	13°	8,43	8,43	8,39	8,79	8,79	8,83	8,83
1,4	Blaues Glas		6,92	7,00	7,03	6,83	6,79	6,83	6,88
1,4	Alaun		5,66	5,61	5,57	5,29	5,29	5,46	5,29
4,4	Steinſalz	25°	22,19	22,19	22,12	22,81	22,81	22,81	23,00
3,7	Kalkſpath		15,64	15,56	15,50	19,75	19,62	19,88	20,00
1,4	Gyps		12,16	12,00	11,88	16,69	16,62	16,62	16,50

Man erſieht daraus, daſs z. B. die von Silber und die von Schwarzblech reflectirten Wärmeſtrahlen, welche direct die Nadel auf 13° abgelenkt haben, eine Abweichung von 8°,39 bis 8°,43 hervorbringen, wenn ſie durch das rothe Glas hindurchgehen; oder von 15°,50 bis 15°,56, wenn ſie die Kalkſpathplatte durchdringen, ſofern die directe Ablenkung 25° beträgt. — Ebenſo gehen die von weiſser Oelfarbe und die von ſchwarzem Lack zurückgeworfene Wärmen in gleichem Verhältniſs durch rothes Glas oder Kalkſpath hindurch. Denn man erhält im erſten Fall für beide einen Rückgang der Nadel von 13° auf 8°,37 bis 8°,62, im zweiten von 25° auf 20°,94 bis 20°,88. Auch beim Einſchalten der übrigen diathermanen Körper werden keine Verſchie-

Digitized by Google

ren würden, daſs die von ihnen zurückgeworfenen Strahlen diese Substanzen in gleicher Weise durchdringen.

Dieſs zu ermitteln stellte ich die mit der Argand'schen Lampe unternommenen Versuche auch mit rothglühendem Platin, der Alkoholflamme und dem dunkeln erhitzten Cylinder an, indem ich mich zur Reflexion derjenigen Flächen bediente, deren gleiches Verhalten gegen die Wärmestrahlen der ersteren mir besonders merkwürdig erschienen war.

Die folgende Tafel enthält die Zahlen, welche sich beim Durchgange der von ihnen reflectirten Wärme der *Argand'schen Lampe* durch rothes Glas, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps ergaben.

wenn die Wärme der *Argand'schen Lumpe* reflectirt wird von:

hellem Tuch.	schwarzem Tuch.	weiſser Oelfarbe.	schwarzem Lack.	gelbem Leder.	braunem Maroquin.	weiſser Wolle.	rother Wolle.	rothem Zinnober.	Kupferoxyd.
8,58	8,50	8,37	8,62	9,00	8,83	8,87	8,94	8,75	8,50
6,79	6,63	6,62	6,62	6,75	6,58	6,94	6,94	6,50	6,50
6,04	5,92	6,25	6,12	7,25	6,92	7,06	7,12	5,50	5,50
22,00	22,00	22,88	22,88	22,31	22,44	23,00	23,00	22,50	22,50
19,12	19,06	20,94	20,88	19,25	19,44	20,56	20,62	17,50	17,75
16,81	16,88	17,12	16,88	15,88	15,88	17,88	17,81	14,00	14,00

[1]

denheiten beobachtet. — Eben so wenig sind die von weiſser und schwarzer Seide, die von hellem und schwarzem Tuch, gelbem Leder und braunem Maroquin, weiſser und rother Wolle, Zinnober und Kupferoxyd reflectirten Strahlen der Argand'schen Lampe durch irgend eine jener Substanzen von einander zu unterscheiden.

Die bei der Wiederholung dieser Versuche für die Wärme des *glühenden Platins* beobachteten Werthe sind in der folgenden Uebersicht zusammengestellt.

1) Die durch stärkere Linien getrennten Zahlen sind nicht mit einander vergleichbar.

Digitized by Google

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen des glühenden Platins.	Ablenkung nach dem Einschalten,					
				Silber.	Schwarzblech.	weiſsem Atlas.	schwarzem Atlas.	weiſsem Tafft.	schwarzem Tafft.
1,5	Rothes Glas	13°	7,00	7,00	7,00	8,50	8,50	8,50	8,50
1,4	Blaues Glas		6,00	6,00	5,87	7,00	7,00	7,00	7,00
1,4	Alaun		3,66	3,66	3,66	4,75	4,75	5,00	5,00
4,4	Steinsalz	20°	18,13	18,13	18,30	17,87	17,87	17,87	17,87
3,7	Kalkspath		10,63	10,63	10,50	12,50	12,50	12,50	12,50
1,4	Gyps		9,25	9,00	8,88	10,50	10,50	10,37	10,50

Auch hier treten keine Unterschiede im Durchgange der von den verglichenen Körpern reflectirten Wärme hervor. Denn die Nadel kehrt beim Einschalten des rothen Glases von 13° auf 7°, und beim Einstellen des Kalkspaths von 20° auf 10°,63 bis 10°,5 zurück, die Wärme des glühenden Platins mag unreflectirt, oder von Silber oder Schwarzblech diffus reflectirt seyn. Die von weiſser Oelfarbe und die von schwarzem Lack zurückgeworfenen Strahlen, welche direct eine Ablenkung von 13° hervorgebracht haben, lassen bei ihrem Durchgange durch rothes Glas die Nadel auf 8°,5 und, wenn sie eine directe Ablenkung von 20°

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen der Alkoholflamme.	Ablenkung nach dem Einschalten,					
				Silber.	Schwarzblech.	weiſsem Atlas.	schwarzem Atlas.	weiſsem Tafft.	schwarzem Tafft.
1,5	Rothes Glas	13°	4,87	4,87	4,87	7,87	7,87	7,87	7,87
1,4	Blaues Glas		4,00	4,08	4,20	7,25	7,25	7,25	7,25
1,4	Alaun		2,50	2,50	2,50	5,50	5,50	5,50	5,50
4,4	Steinsalz	20°	15,50	15,50	15,50	15,25	15,00	15,00	15,25
3,7	Kalkspath		8,63	8,38	8,13	9,63	9,50	9,50	9,38
1,4	Gyps		7,00	7,25	7,37	7,37	7,50	7,50	7,50

Die Nadel des Thermomultiplicators stellt sich dieſsmal beim Einschalten des rothen Glases auf 4°,87 ein, die di-

Digitized by Google

wenn die Wärme des *rothglühenden Platins* reflectirt wird von:

hellem Tuch.	schwarzem Tuch.	weiſser Oelfarbe.	schwarzem Lack.	gelbem Leder.	braunem Maroquin.	weiſser Wolle.	rother Wolle.	rothem Zinnober.	Kupferoxyd.
8,19	8,25	8,50	8,50	8,56	8,56	7,50	7,58	8,25	8,33
6,75	6,81	6,81	6,87	7,38	7,44	6,50	6,50	6,54	6,67
5,69	5,63	4,81	4,75	6,00	6,00	4,50	4,58	3,75	3,75
17,37	17,50	17,62	17,75	17,75	17,87	16,87	16,75	17,87	17,75
11,50	11,50	12,37	12,25	12,50	12,25	11,50	11,50	12,25	12,25
9,63	9,75	10,25	10,37	10,50	10,62	9,87	9,75	10,25	10,25

bewirkten, bei ihrer Durchstrahlung durch Kalkspath dieselbe auf 12°,25 bis 12°,37 abweichen. Aehnliches ist bei blauem Glase, Alaun, Steinsalz und Gyps der Fall. Die übrigen in der Tabelle zusammengestellten Flächen reflectiren, so weit sie einem und demselben Paare angehören, die Wärme des glühenden Platins ebenfalls in der Art, daſs sie die diathermanen Körper in gleichem Verhältniſs durchdringt.

Unter den Strahlen der *Alkoholflamme* wird, wie aus den folgenden Beobachtungen hervorgeht, diese Uebereinstimmung gleichfalls erhalten.

wenn die Wärme der *Alkoholflamme* reflectirt wird von:

hellem Tuch.	schwarzem Tuch.	weiſser Oelfarbe.	schwarzem Lack.	gelbem Leder.	braunem Maroquin.	weiſser Wolle.	rother Wolle.	rothem Zinnober.	Kupferoxyd.
6,50	6,50	7,42	7,42	7,50	7,50	7,25	7,33	4,87	4,87
5,67	5,67	6,66	6,58	6,50	6,50	6,42	6,50	4,25	4,25
4,50	4,58	4,83	4,75	5,50	5,37	5,83	5,83	2,25	2,12
14,75	14,75	16,00	16,00	15,00	14,75	15,00	15,25	16,12	16,00
9,00	9,00	9,50	9,50	8,50	8,62	9,37	9,50	9,87	9,87
7,12	7,25	8,37	8,37	7,50	7,50	7,50	7,50	7,87	7,87

recte Ablenkung von 13° mag durch die unreflectirte Wärme der Flamme oder durch die von Silber oder Schwarzblech

Digitized by Google

zurückgeworfene bewirkt worden seyn, und beim Zwischenstellen des Kalkspaths auf 8°,63 bis 8°,13, die Wärme der Alkoholflamme mag unreflectirt oder von den genannten Metallen diffus reflectirt seyn, um die Nadel auf 20° abzulenken. Nach der Reflexion von weiſser Oelfarbe und von schwarzem Lack beobachtet man beide Mal einen Rückgang der Galvanometernadel von 13° auf 7°,42, wenn das rothe Glas, und von 20° auf 9°,5, wenn die Kalkspathplatte zwischen der reflectirenden Fläche und dem Instrument eingeschoben wird. Dieselbe Gleichheit der thermoskopischen

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die unreflectirten Strahlen des erhitzten Cylinders.	Ablenkung nach dem Einschalten,					
				Silber.	Schwarzblech.	weiſsem Atlas.	schwarzem Atlas.	weiſsem Taft.	schwarzem Taft.
1,5	Rothes Glas	13°	3,25	3,25	3,38	3,25	3,25	3,25	3,25
1,4	Blaues Glas		3,38	3,25	3,25	3,00	3,25	3,25	3,25
1,4	Alaun		1,50	1,50	1,62	1,50	1,50	1,50	1,50
4,4	Steinsalz	30°	22,25	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,75
3,7	Kalkspath		10,00	9,75	9,75	10,00	10,00	10,00	10,00
1,4	Gyps		10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,25

Man erhält jetzt stets eine Abweichung von 3°,25 bis 3°,5, so oft man das rothe Glas, und von 9°,5 bis 10°, so oft man den Kalkspath einschaltet, die directe Ablenkung zuerst von 13°, dann von 30° mag durch die unreflectirte Wärme des Cylinders oder durch Reflexion von irgend einer der in Rede stehenden Flächen hervorgebracht seyn. Aehnliches zeigt sich beim Durchgange durch die andern diathermanen Substanzen.

Die der Untersuchung unterworfenen Körper, welche sich gegen die Strahlen der Argand'schen Lampe gleichmäſsig verhalten, reflectiren also auch die Wärme der übrigen Quellen auf gleiche Weise. Denn die von Silber und Schwarzblech, weiſser und schwarzer Seide, hellem und schwarzem Tuch, weiſser Oelfarbe und schwarzem Lack, von gelbem Leder und braunem Maroquin, weiſser und ro-

Angaben zeigt sich für die genannten Flächen an den übrigen diathermanen Körpern. Wie vollkommen sie auch für die andern Paare reflectirender Substanzen ist, geht aus der mitgetheilten Tabelle hervor.

Daſs unter den Strahlen des dunkeln erhitzten *Eisencylinders*, für den selbst die gröſsten, bei andern Wärmequellen wahrgenommenen Unterschiede verschwinden (s. S. 30 bis 37), in den betrachteten Fällen keine Verschiedenheiten auftreten würden, war zu erwarten. Die Beobachtung hat es bestätigt.

wenn die Wärme des *heiſsen Metallcylinders* reflectirt wird von:

hellem Tuch.	schwarzem Tuch.	weiſser Oelfarbe.	schwarzem Lack.	gelbem Leder.	braunem Maroquin.	weiſser Wolle.	rother Wolle.	rothem Zinnober.	Kupferoxyd.
3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,25	3,25
3,00	3,00	3,25	3,25	3,00	3,25	3,50	3,25	3,25	3,25
1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,75	1,75	1,50	1,62	1,50
22,25	22,50	22,25	22,50	22,50	22,50	22,25	22,25	22,75	22,50
10,00	10,00	10,00	10,00	9,75	9,50	9,50	9,75	10,00	10,00
10,00	10,00	10,50	10,25	10,25	10,50	10,50	10,25	10,50	10,50

ther Wolle, Zinnober und Kupferoxyd reflectirten Wärmestrahlen stellen sich bei der Durchstrahlung durch alle bisher angewandten Körper in den bezeichneten Fällen stets als gleichartig dar.

Während die S. 30 bis 37 mitgetheilten Tabellen, welche die Verschiedenheiten der reflectirten Wärme bei ungleichen Wärmequellen darstellen, arithmetische Mittel aus viermaliger Wiederholung der Versuche enthalten, sind die letzteren (S. 38 bis 43) nur aus zwei Beobachtungsreihen gebildet, was zu genügen schien, weil es dabei nur auf einen genauen Vergleich von je zwei Flächen ankam, und man überdieſs Ursache hat, gegen Gleichheiten weniger miſstrauisch zu seyn als gegen Unterschiede.

In der folgenden Uebersicht sind in verticaler Reihe diejenigen Körper zusammengestellt, welche die Wärmestrahlen dergestalt diffus reflectiren, daſs sie mittelst Durchstrahlung durch rothes Glas, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps nicht von einander zu unterscheiden sind. Nur bei den unter 1. verzeichneten treten nach der Reflexion keine, auf diese Weise wahrnehmbaren Verschiedenheiten im Vergleich mit der unreflectirten Wärme hervor.

1.	2.	3.	4.	5.
Gold.	Gyps.	Birkenholz.	Weiſser Atlas.	Blauer Sammt.
Silber.	Kreide.	Kork.	Schwarzer Atlas.	Schwarzer Sammt.
Platin.	Bleiweiſs.	Mahagoni.	Weiſser Tafft.	
Quecksilber.	Weiſse Oelfarbe.	Gelber Marmor.	Schwarzer Tafft.	
Eisen.	Porzellan.			
Zinn.	Leinen.			
Zink.	Weiſses Papier.			
Kupfer.	Blaues Pap.			
Blei.	Weiſse Baumwolle.			
Legirung von Blei u. Zinn.	Grauer Cattun.			
Messing.	Pariser Grün.			
Neusilber.	Grüner Zinnober.			
Schwarzblech.	Chromgelb.			
	Schwarzer Lack.			

6.	7.	8.	9.	10.
Gelbes Leder.	Helles Tuch.	Blaue woll. Tapete.	Weiſse Wolle.	Zinnober.
Brauner Maroquin.	Schwarzes Tuch.	Grüne woll. Tapete.	Rothe Wolle.	Kupferoxyd.

Ein zwar nicht völlig gleiches, aber doch sehr ähnliches Verhalten in dieser Hinsicht zeigen die folgenden, in einer und derselben Rubrik enthaltenen Substanzen:

Digitized by Google

11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Carmin. Krapprosa. Rothe wollene Tapete.	Weiſser Sammt. Weiſse Wolle. Grüne wollene Tapete.	Bleiweiſs. Diesbacher Blau.	Schwarzer Sammt. Grünes Wachstuch.	Schwarzes Papier. Schwarzes Glas.	Steinkohle. Coaks. Graphit.	Ruſs. Animalische Kohle.

Keiner dieser Gruppen schlieſsen sich in Bezug auf die Wärmereflexion die nachstehenden Körper an:

Ultramarin.	Zinnoxyd.	Gerbsaures Eisenoxyd.	Schwarzer Tusch.	Rother Taſſt.	Grüner Taſſt.	Dunkelrother Sammt.
Hellrother Sammt.	Grüner Sammt.	Schwarzer Maroquin.	Brauner Manchester.	Perlmutter.	Elſenbein.	Schwarze Holzkohle. / Braunkohle.

3) Es war eine wichtige Frage:
wie die auf die angegebene Weise nachgewiesenen Veränderungen der Wärme bei der Reflexion zu erklären seyen.

In dieser Beziehung waren zwei Fälle möglich. Entweder bestanden sie in einer Umwandlung der Wärmestrahlen, welche sie für die eine oder andere diathermane Substanz mehr oder weniger durchgangsfähig machte, oder sie waren Folge einer auswählenden Absorption der reflectirenden Flächen für gewisse ihnen zugesandte Wärmestrahlen, wie es nach den Versuchen von Baden Powell [1]) und Melloni [2]) in der That das Wahrscheinlichste war.

Im ersten Falle konnten die Verschiedenheiten der reflectirten Wärme erst beim Durchgange durch die diathermanen Medien hervortreten, im zweiten muſsten sie sich schon vor ihrem Eintritt in dieselben aus der Intensität erkennen lassen, mit der verschiedene Wärmestrahlen von verschiedenen Flächen reflectirt wurden, weil die Intensität der reflectirten Wärme der reciproke Ausdruck der Wärmeabsorption ist (s. S. 3, Note 5).

1) Diese Annal., Bd. 70, S. 231, Note 1.
2) Ebendaselbst, Note 2.

Digitized by Google

Die Erfahrung hat darüber in folgender Weise entschieden:

Das Experiment hatte gelehrt, daſs z. B. die von Carmin reflectirte Wärme verhältniſsmäſsig besser als die von Zinnober zurückgeworfene rothes Glas und Kalkspath durchdringt (S. 12, 13). Rührte dieſs daher, daſs Carmin einen gröſseren Antheil der durch diese Körper schlecht hindurchgehenden Strahlen absorbirte als Zinnober, so muſste es im Vergleich mit diesem desto schlechter die Wärme einer Quelle reflectiren, je mehr sie ihm solche, durch rothes Glas und Kalkspath schlecht hindurchgehende Strahlen zusandte. Es ist aber bekannt, daſs die Wärme des dunkeln erhitzten Cylinders bedeutend schlechter als die einer Argand'schen Lampe rothes Glas und Kalkspath durchdringt (S. 28, 29). Daher muſste Carmin, im Vergleich mit Zinnober, die Wärme des Cylinders verhältniſsmäſsig schlechter als die der Argand'schen Lampe reflectiren, wenn jene Veränderung der Wärme nach der Reflexion in der That durch auswählende Absorption herbeigeführt war.

Die Beobachtung hat dieſs bestätigt. Wurde nämlich die Wärme der Argand'schen Lampe von Zinnober reflectirt, so erhielt man, bei einer gewissen Stellung der Fläche, eine Abweichung der Multiplicatornadel auf 29°,75, während die Reflexion von Carmin, bei gleicher Gröſse der reflectirenden Fläche und gleicher Neigung gegen die Thermosäule und Wärmequelle, eine Ablenkung von 18°,5 hervorbrachte. Hatte aber die Wärme des Metallcylinders, von Zinnober reflectirt, eine gleiche Ablenkung von 29°,75 bewirkt, so lenkte sie, unter denselben Umständen von Carmin zurückgeworfen, die Nadel nur um 14°,37 ab. Die Intensität der von Carmin reflectirten Wärme wurde also in der That in erwarteter Weise vermindert.

Aehnliches zeigte sich in den übrigen Fällen. Wir wissen, daſs die von weiſsem Papier zurückgeworfene Wärme, in viel höherem Grade als die von schwarzem Papier reflectirte, durch rothes Glas und Kalkspath hindurchgeht (S. 16 bis 18). War dieſs eine Folge auswählender Absorption,

Digitized by Google

so muſste auch weiſses Papier, der vorigen Betrachtung gemäſs, die Wärme des dunkeln Cylinders, welcher ihm vorzugsweise die durch rothes Glas und Kalkspath wenig durchgangsfähigen Strahlen zusandte, im Vergleich mit schwarzem Papier verhältniſsmäſsig schlechter als die der Argand'schen Lampe reflectiren.

Beim schwarzen Papier aber muſste das Gegentheil stattfinden. Es muſste, im Vergleich mit weiſsem Papier, die Wärme der Argand'schen Lampe schlechter als die des Cylinders zurückwerfen. In der That war dieſs der Fall: die von weiſsem Papier reflectirte Wärme der Argand'schen Lampe lieſs die Galvanometernadel auf 21°,25 abweichen, während die von schwarzem Papier unter denselben Bedingungen reflectirte, sie auf 18° ablenkte. Die Wärme des Metallcylinders aber, welche, von weiſsem Papier zurückgeworfen, eine Abweichung von 24°,25 bewirkte, brachte, von schwarzem Papier reflectirt, eine Ablenkung von 34°,5 hervor. Das Verhältniſs kehrte sich also in der That um.

Waren die von zwei Flächen reflectirten Wärmestrahlen mittelst Durchstrahlung nicht von einander zu unterscheiden, wie z. B. die von weiſsem und schwarzem Atlas zurückgeworfenen, welche durch die angewandten diathermanen Körper auf gleiche Weise hindurchgingen (S. 14 bis 16, 38 bis 42), und hatte dieſs darin seinen Grund, daſs sie beide in gleichem Verhältniſs die ihnen zugesandten Wärmestrahlen absorbirten, so muſste unter jeder Bestrahlung das Verhältniſs der Intensitäten ungeändert bleiben, mit denen sie die Wärme reflectirten.

Das Experiment hat auch dieſs auf's Entschiedenste dargethan. So bewirkte die Wärme der Argand'schen Lampe nach der Reflexion von weiſsem Atlas eine Ablenkung von 31°, nach der Reflexion von schwarzem Atlas von 27°,5, und die des dunkeln Cylinders im ersten Falle eine Abweichung von 27°,25, im zweiten von 23°,5. Weiſser Atlas reflectirte also jede Art von Wärmestrahlen in gleichem Grade besser wie schwarzer Atlas.

Gelbes Leder und brauner Maroquin, welche ebenfalls

Digitized by Google

die Wärme so zurückwarfen, daſs sie die diathermanen Körper in demselben Verhältniſs durchstrahlte (s. S. 19, 39 bis 43), reflectirten sowohl die Wärme der Argand'schen Lampe, wie die des erhitzten Cylinders mit gleicher Intensität. — Man erhielt unter den Strahlen der ersteren für jede der genannten Flächen eine Ablenkung von 28°,37 bis 28°,5, unter den Strahlen des Metallcylinders von 18°,75.

Um diesen Versuchen eine noch gröſsere Sicherheit zu verleihen, lieſs ich, auſser der Wärme der Argand'schen Lampe und der des erhitzten Metallcylinders, auch die des rothglühenden Platins und der Alkoholflamme von allen,

I. Vergl. S. 12, 13. Wärmequellen.	Ablenkung durch directe		
	Bleiweiſs.	Carmin.	Krapprosa.
Argand'sche Lampe	23,37	18,50 *	19,00
Rothglühendes Platin	14,00	10,12	10,37
Alkoholflamme	20,00	14,25	14,50
Dunkler erhitzter Metallcylinder	21,87	14,37 *	16,00

II. Vergl. S. 16, 17. Wärmequellen.	Ablenkung durch directe			
	weiſsem Atlas.	schwarzem Atlas.	weiſsem Taſſt.	rothem Taſſt.
Argand'sche Lampe	31,00	27,50	27,50	27,00
Rothglühendes Platin	14,25	13,25	13,00	11,37
Alkoholflamme	19,87	17,37	16,24	15,25
Dunkler erhitzter Metallcylinder	27,25	23,50	22,00	19,75

Digitized by Google

vorher untersuchten Flächen, welche ich in gleicher Gröſse (8[cm] im Quadrat) beſaſs, reflectiren.

Das Experiment bestand einfach darin, daſs diese Flächen, bei einer Neigung ihrer Normale von 32° gegen die Längenaxe des Thermoskops und bei einer Entfernung ihrer Mitte von 7 Zoll bis zum letzteren und von 4,5 Zoll bis zur Wärmequelle, der Reihe nach, den genannten vier Wärmequellen ausgesetzt und die Ablenkungen beobachtet wurden, welche die von ihnen reflectirte Wärme am Thermomultiplicator hervorbrachte. Die auf solche Weise gewonnenen Zahlen sind (als arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen) [1]) in den folgenden Tabellen enthalten.

Einstrahlung, wenn die Wärme reflectirt wird von:

rothem Zinnober.	Pariser Grün.	grünem Zinnober.	Chromgelb.	Diesbacher Blau.	Ultramarin.
29,75 *	20,50	21,75	22,50	16,50	22,50
17,50	11,50	13,12	13,12	9,62	13,12
26,75	16,62	18,25	19,12	15,37	19,12
29,75 *	16,87	20,12	18,75	15,37	18,75

Einstrahlung, wenn die Wärme reflectirt wird von:

grünem Tafft.	schwarzem Tafft.	weiſsem Sammt.	dunkelrothem Sammt.	hellrothem Sammt.	grünem Sammt.	blauem Sammt.	schwarzem Sammt.
25,50	= 25,00	19,87 *	19,75	19,50	19,25	18,25	21,50 *
11,50	11,25	8,50	9,50	9,50	9,50	8,50	10,50
15,37	14,37	10,50	12,12	11,37	11,75	11,12	14,50
19,75	19,00 =	15,87 *	17,87	17,00	17,87	16,25	21,50 *

1) Bis auf etwa 1°,5 sicher.

III. Vergl. S. 18, 19.	Wärmequellen.	Ablenkung durch directe weiſsem Papier.	blauem Papier.	schwarzem Papier.	rother wollener Tapete.
	Argand'sche Lampe	21,25 *	19,13	18,00 *	20,50
	Rothglühendes Platin	11,75 *	11,13	12,87 *	8,12
	Alkoholflamme	14,50 *	13,63	18,12 *	10,25
	Dunkler erhitzter Metallcylinder	24,25 *	22,25	34,50 *	11,25

IV. Vergl. S. 18, 19.	Wärmequellen.	Ablenkung durch directe Gyps.	Bleiweiſs.	Zinnoxyd.	weiſser Oelfarbe.
	Argand'sche Lampe	25,50	26,50	24,25 *	24,50
	Rothglühendes Platin	12,12	13,00	12,87 *	11,25
	Alkoholflamme	14,50	15,75	17,50 *	14,00
	Dunkler erhitzter Metallcylinder	29,25	30,75	39,50 *	27,87

V. Vergleiche S. 20, 21. — VI. Vergleiche S. 22.	Wärmequellen.	Ablenkung durch directe Kupferoxyd.	gerbsaurem Eisenoxyd.	Asphalt-Lack.	schwarz. Atlas.	schwarz. Tafft.	schwarzem Sammt.
	Argand'sche Lampe	25,50	19,75	21,25	25,00	22,75	21,00
	Rothglühendes Platin	13,12	9,37	11,75	12,37	10,25	10,25
	Alkoholflamme	15,25	11,50	14,37	16,50	13,00	13,87
	Dunkler erhitzter Metallcylinder	27,50	18,00	21,75	26,00	21,75	24,75

Digitized by Google

Einstrahlung, wenn die Wärme reflectirt wird von:

grüner wollen. Tapete.	blauer wollen. Tapete.	weiſser Wolle.	rother Wolle.	hellem Tuch.	schwarzem Tuch.	gelbem Leder.	braunem Maroquin.	schwarzem Maroquin.
19,50	19,50	23,62	22,75	24,75	23,75	28,37	28,50	30,25
7,87	7,75	10,00	9,00	10,74	10,37	10,87	10,87	13,25
10,62	10,37	12,75	12,00	13,37	12,87	13,75	13,75	15,87
12,12	12,00	13,75	12,75	16,37	15,12	18,75	18,75	22,37

Einstrahlung, wenn die Wärme reflectirt wird von:

weiſsem Atlas.	weiſsem Taft.	weiſsem Sammt.	weiſsem Papier.	weiſser Baumwolle.	weiſser Wolle.	Elfenbein.	Silber.
28,00	24,75	17,12	24,00 *	21,50	19,00	18,25 *	63,25
12,50	11,50	7,87	10,75 *	10,37	8,37	9,75 *	50,75
15,12	13,75	9,25	13,62 *	13,25	11,37	13,50 *	50,00
29,25	27,75	18,75	26,50 *	22,75	21,00	28,50 *	72,50

Einstrahlung, wenn die Wärme reflectirt w[illegible]

schwarzem Papier.	schwarzem Tuch.	schwarzem Maroquin.	schwarzem Glase.	Schwarzblech.	schwarzer Holzkohle.	[illegible]kohle.	[illegible]	[illegible] Kohle.	Steinkohle.	Coaks.	Graphit.
21,00 *	22,00 *	26,00	18,75	30,00	19,00 *	[illegible]	[illegible]	1,90 *	7,80	5,10	7,05
13,37 *	10,37 *	14,00	11,75	18,75	10,0[illegible] *	[illegible]	[illegible],50 *	1,75 *	2,50	2,75	2,25
18,12 *	12,87 *	16,75	14,25	27,50	12[illegible]	[illegible]	2,00 *	1,75 *	4,25	3,00	4,00
33,50 *	21,75 *	28,25	29,25	47,75	[illegible]	[illegible]	3,50 *	3,50 *	7,50	6,00	7,00

Digitized by Google

VII. Vergleiche S. 23. — VIII. S. 24, 25.	Wärmequellen.	Ablenkung durch directe			
		Birkenholz.	Kork.	Mahagoni.	Gold.
	Argand'sche Lampe	31,00	33,62	28,50	64,00
	Rothglühendes Platin	12,62	14,25	12,12	52,00
	Alkoholflamme	15,62	18,62	13,62	51,00
	Dunkler erhitzter Metallcylinder	21,12	25,62	19,50	72,75

Vergleiche S. 30, 31. — S. 38, 39.	Wärmequellen.	Ablenkung durch directe				
		Gyps.	Carmin.	Kupferoxyd.	rothem Tafft.	weiſsem Sammt.
	Argand'sche Lampe	22,50	20,00 *	22,50	23,75	16,50
	Rothglühendes Platin	16,50	14,50 *	16,50	14,37	10,75
	Alkoholflamme	12,37	11,25 *	14,37	13,75	10,00
	Dunkler erhitzter Metallcylinder	27,25	17,62 *	27,50	21,50	15,75

Vergleicht man diese Resultate mit denen, welche sich bei der Durchstrahlung der von jenen Körpern diffus reflectirten Wärme durch diathermane Substanzen ergaben, so zeigt sich:

1) Daſs eine Fläche, welche die Wärme dergestalt reflectirt, daſs sie in höherem Grade als die von einer andern zurückgeworfene durch rothes Glas, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps hindurchgeht, stets, im Vergleich mit dieser, am besten die Wärme der Argand'schen Lampe, sodann die des glühenden Platins, in geringerem Grade die der Alkoholflamme, und am schlechtesten die des erhitzten Cylinders reflectirt; worin zugleich das Gegentheil ausgesprochen ist, daſs eine reflectirende Fläche, welche, im Vergleich mit einer andern, den Durchgang der Wärme

Digitized by Google

Einstrahlung, wenn die Wärme reflectirt wird von:

Silber.	Blei.	Neusilber.	braunem Manchester.	weiſsem Cattun.	grünem Wachstuch.	schwarzem Sammt.
63,25	42,50	55,00	21,00	25,75	21,00	22,87
50,75	32,00	43,25	8,50	11,12	11,00	10,12
50,00	31,50	42,50	11,25	15,00	14,00	14,50
72,50	59,00	67,25	13,12	15,00	16,00	17,00

Einstrahlung, wenn die Wärme reflectirt wird von:

schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.	Silber.	Schwarzblech.	weiſser Oelfarbe.	schwarzem Lack.	rothem Zinnober.	Kupferoxyd.
19,00	18,50 *	18,12	25,12	16,75	61,75	30,50	21,75	18,75	29,50	22,50
12,87	16,50 *	11,87	15,50	13,50	51,00	23,50	12,25	11,25	21,37	16,50
13,37	13,87 *	10,62	15,25	11,75	50,50	23,50	15,00	14,37	22,12	14,37
22,50	30,87 *	17,62	27,62	21,50	72,50	49,00	26,80	24,50	37,00	27,50 [1])

durch die genannten Körper vermindert, die Strahlen der Argand'schen Lampe verhältniſsmäſsig im geringsten Grade, besser die des glühenden Platins, mit noch gröſserer Intensität die der Alkoholflamme, und relativ am besten die des dunkeln Cylinders zurücksendet [2]).

1) Unter allen, der Untersuchung unterworfenen Körpern reflectiren also *Ruſs* und *animalische Kohle* (S. 51.) jede Art von Wärmestrahlen im geringsten Grade, und auſser ihnen zeigen nur Coaks, Graphit und Steinkohle eine verhältniſsmäſsig schwache, und, wie es scheint, von der Natur der Wärmequelle unabhängige Diffusion. Nur sie würden mithin wie »schwarze Körper« gegen sichtbare und wärmende Strahlen betrachtet werden können.

2) Unmittelbar konnten die von einer und derselben Fläche reflectirten Strahlen der genannten vier Wärmequellen nicht verglichen werden, weil es unmöglich war, den von diesen verschiedenen Wärmequellen ausge-

Digitized by Google

[Vergl. weiſsen und schwarzen Sammt S. 17 u. S. 49. — Schwarze Holzkohle und Braunkohle S. 21 u. S. 51. — Carmin und schwarzes Papier S. 30, 31 und S. 52, 53.]

2) Daſs eine Substanz, von der die Wärme so reflectirt wird, daſs sie durch einige diathermane Medien besser oder auf gleiche Weise, durch andre weniger gut als die von einer andern Fläche zurückgesandte Wärme hindurchgeht, im Vergleich mit dieser, bald die Strahlen der einen, bald die der andern Wärmequelle verhältniſsmäſsig besser reflectirt.

[Vergl. rothen und grünen Tafft S. 17 und S. 48, 49. — Asphaltlack und schwarzen Tafft S. 20 und S. 50. — Gyps und Kupferoxyd S. 30 und S. 52.]

3) Daſs aber zwei Flächen, welche die Wärme dergestalt zurückwerfen, daſs sie die diathermanen Platten in gleicher Weise durchdringt, auch stets die Strahlen der verschiedenen Wärmequellen in demselben Verhältniſs der Intensitäten reflectiren, welches sich bei einer derselben ergeben hat.

[Vergl. weiſsen und schwarzen Atlas S. 16 u. S. 48. — Gelbes Leder und braunen Maroquin S. 19 u. S. 51. — Silber und Schwarzblech S. 38 und S. 53.]

Wenn man dabei bedenkt, daſs durch rothes Glas, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps die Wärme der Argand'schen Lampe am besten, die des glühenden Platins weniger gut, die der Alkoholflamme in noch geringerem Grade, und die des dunkeln Cylinders am schlechtesten hindurchgeht, so findet man mit Rücksicht auf die obigen Betrachtungen (S. 46 bis 48) durch alle diese Erscheinungen den Satz bestätigt: *daſs die Veränderungen der Wärme bei diffuser Reflexion nur Folge einer auswählenden Absorption der reflectirenden Flächen für gewisse, ihnen zugesandte Wärmestrahlen sind* [1]).

sandten Strahlen, bei vorgeschriebener Stellung, eine gleiche directe Intensität zu geben.

1) Aus dem Ang[illegible]llt, daſs man von dem Grade, in dem ein Körper gewi[illegible] absorbirt, auf das Verhalten der von ihm

Die groſse Uebereinstimmung, welche in den mitgetheilten Ergebnissen herrscht, wird gewiſs mit dazu beitragen, die Ansicht zu befestigen, welche ich mich schon am Eingange zu begründen bemühte, daſs diese Resultate in der That der diffus reflectirten Wärme angehören, ohne durch einen fremden Einfluſs auf eine merkliche Weise getrübt zu seyn (vergl. S. 5 bis 7).

In der letzten Untersuchung wurde aus der ungleichen Intensität der Wärmereflexion auf die ihr complementare auswählende Absorption geschlossen. Daſs man sie eben so wohl durch die Erhitzung der den Wärmequellen ausgesetzten Flächen hätte nachweisen können, geht aus den Beobachtungen an Carmin und schwarzem Papier hervor, von denen sich jenes, einer früheren Untersuchung nach (Bd. 70, S. 232), unter den Strahlen der Argand'schen Lampe in geringerem Grade als durch die des dunkeln Cylinders, dieſs aber durch die Wärme des letzteren weniger als durch die Strahlen der Flamme erhitzt; während die neuesten Versuche (S. 52, 53) gezeigt haben, daſs Carmin die Wärme der Flamme mit gröſserer Intensität als die des Cylinders, schwarzes Papier dagegen die Strahlen des letzteren in höherem Grade als die der Lampe reflectirt.

Der Grund, weshalb man die Reflexionsversuche in diesem Falle den Beobachtungen der Erwärmung vorzog, war der, daſs sie nicht allein schneller angestellt werden konnten, sondern auch, wie aus dem Vergleich der Angaben Bd. 70, S. 232, und diese Abh., S. 52, 53 zu ersehen ist, ein empfindlicheres Prüfungsmittel als die Erhitzung darboten.

Schon aus den Absorptionserscheinungen (Bd. 70, S. 231,

unter bestimmten Umständen diffus reflectirten Wärme schlieſsen kann. Es ist bekannt (Fusinieri: *Annali delle scienze del regno Lombardo-Veneto* 1838. *Gen. et Febr. p.* 38. — Melloni: Diese Annal., Bd. 44, S. 357 bis 365), daſs *Schnee* schneller um Bäume und Sträucher, als in gleichmäſsiger Fläche unter den directen Strahlen der Sonne schmilzt.

Sollte ein Physiker einmal die vom Schnee reflectirten Sonnenstrahlen mit den directen vergleichen, so wird er finden, daſs die ersteren verhältniſsmäſsig besser als die unreflectirten durch rothes Glas, blaues Glas, Alaun, Kalkspath und Gyps hindurchgehen.

Digitized by Google

232) konnte man schlieſsen, daſs *die Diffusion der Wärme von der Temperatur ihrer Quelle unabhängig sey.* Die directe Untersuchung der letzteren hat dieſs bestätigt, und somit alle in dieser Hinsicht bestehenden Zweifel [1]) beseitigt.

Sie hat auſserdem auf's Ueberzeugendste dargethan, *daſs, mit Ausnahme von Kohle und Metall, von keinem Körper gesagt werden könne, daſs er die Wärme überhaupt besser oder schlechter als ein anderer reflectirt,* weil sich dieſs Verhältniſs mit jeder Bestrahlung ändert.

Die besprochenen Verschiedenheiten der diffus reflectirten Wärme sind denen ganz analog, welche an den diffus reflectirten *sichtbaren Strahlen* beobachtet werden. Aber schon Herschel [2]) und Melloni [3]) haben darauf aufmerksam gemacht, *daſs die Reflexion dieser sichtbaren Strahlen der Reflexion der wärmenden nicht parallel sey.*

Die mitgetheilten Untersuchungen haben dieſs noch specieller ergeben, indem sie zeigten, daſs gewisse Körper, welche dem Auge gleichfarbig erscheinen, verschiedenartige Wärme reflectiren, und ungleichfarbige für das Auge, der bisherigen Erfahrung nach, gleichartige Wärmestrahlen zurückwerfen (s. namentlich die Tabellen S. 44).

Daſs dieſs Resultat Nichts über die Identität von sichtbaren und wärmenden Strahlen entscheidet, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Denn, seitdem man sich davon überzeugt hatte, daſs auch jede *leuchtende* Wärmequelle eine groſse Anzahl *unsichtbarer, der Reflexion fähiger Strahlen aussendet, welche die Thermosäule afficiren* [4]), konnte auch

1) Melloni: Diese Annal., Bd. 52, S. 442.

2) Gilb. Annal., Bd. 12, S. 541 bis 545.

3) Diese Annal., Bd. 43, S. 284; Bd. 52, S. 577, 580 bis 583.

4) Herschel: Gilbert's Annal., Bd. 5, S. 459, 460; Bd. 7, S. 145 bis 149; Bd. 10, S. 69, 73 bis 76, 80, 81, 84; Bd. 12, S. 522, 523, 529, 541. — Englefield: Gilb. Annal., Bd. 12, S. 399, 403 bis 408. — Melloni: Diese Annal., Bd. 24, S. 642 bis 649; Bd. 35, S. 296, 404, 533, 537 bis 541, 560, 561; — Bd. 37, S. 210, 211, 489 bis 492, 496; Bd. 39, S 15, 21; Bd. 48, S. 329 bis 331; Bd. 49, S. 578, 579, 584, 585; Bd. 57, S. 300 seqq.; Bd. 62, S. 22, 23, 29, 30.

Vergleiche Bd. 70, S. 364 und 365, wo gezeigt worden ist, daſs ge-

Digitized by Google

die strengste Identität, d. h. die Annahme, daſs jeder Strahl, welcher nach Durchdringung der optischen Medien die Retina unseres Auges zur Empfindung des Sehens erregt, nach Verhältniſs seiner Stärke, auf ein beruſstes Thermoskop einwirke, keine Uebereinstimmung in der diffusen Reflexion der sichtbaren und wärmenden Strahlen erwarten lassen, es sey denn, daſs man mit einer Quelle experimentirt hätte, welche nur eine Art sichtbarer und eine Art wärmender Strahlen aussandte.

Nur einen Punkt will ich noch in dieser Beziehung berühren.

Man hat die verschiedenen Farben, in denen diffus reflectirende Flächen unserem Auge erscheinen, in der Regel durch die Annahme [1]) erklärt, daſs nur gewisse Strahlen von ihnen zurückgeworfen, andere dagegen absorbirt werden. Seitdem die Verschiedenheiten, welche die Wärme nach der Reflexion von einem oder dem andern Körper zeigt, durch das Experiment als Folge einer solchen auswählenden Absorption erkannt worden sind (s. S. 45 bis 54), hat jene Annahme, bei der groſsen Analogie, welche die sichtbaren und wärmenden Strahlen in so vieler Beziehung und besonders in ihrem Verhalten nach der diffusen Reflexion selbst darbieten, den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt.

Melloni [2]) hat die Ansicht ausgesprochen, daſs uns gelbe Strahlen deshalb am intensivsten erscheinen, weil die Netzhaut unseres Auges gelb sey. Wenn nun diese Gelbheit, vorausgesetzt, daſs sie bei einem lebenden, gesunden Auge überhaupt stattfindet, was von den meisten deutschen

wisse Wärmestrahlen der Argand'schen Lampe durch *schwarzes Glas* und *schwarzen Lack* hindurch gehen, welche also *unsichtbar* von der *Flamme* ausgesandt werden.

1) Deren Richtigkeit sich bisher, aus Mangel an einem zuverlässigen Photometer, noch nicht mit Sicherheit erweisen lieſs.

2) Diese Annal., Bd. 56, S. 574 bis 587; Bd. 57, S. 305, 306; Bd. 62, S. 25, 26. — A. Seebeck schlieſst sich dieser Vorstellungsweise an: Diese Annal., Bd. 62, S. 571 bis 576.

Digitized by Google

Physiologen geleugnet wird, nicht von einer eigenthümlichen Erregung der Netzhaut herrührt, vermöge deren sie gelbe Strahlen aussendet, sondern, dem Vorigen gemäſs, nur davon, daſs sie diese reflectirt: sollte es auch dann noch anzunehmen seyn, daſs unsere Retina von gelben Strahlen einen besonders energischen Eindruck erführe? Gewiſs nicht! Denn die Erwärmungsversuche haben uns gelehrt, daſs ein Körper von den Strahlen, welche seine Oberfläche reflectirt, grade am wenigsten afficirt werde (s. namentlich S. 55).

VI. Ueber Wärmequellen.

Im vorigen Abschnitt wurde nachgewiesen, daſs die Wärmestrahlen bei diffuser Reflexion von verschiedenen Körpern nicht eine eigentliche Umwandlung, sondern nur eine auswählende Absorption erleiden, vermöge deren dabei gewisse Strahlen unterdrückt, andre unverändert reflectirt werden (s. S. 45 bis 54).

Es folgt daraus, daſs, wenn z. B. die von Carmin zurückgeworfenen Strahlen einer *Argand'schen Lampe* ein anderes Verhalten (beim Durchgange durch diathermane Substanzen) als die von schwarzem Papier reflectirten zeigen (S. 30, 31 u. S. 34, 35): dieſs nur darin seinen Grund haben kann, daſs schon die genannte Wärmequelle verschiedenartige Strahlen enthielt, von denen gewisse von Carmin, andere von schwarzem Papier reflectirbar waren. Je mannigfaltiger die Unterschiede sind, welche nach der Reflexion von verschiedenen Körpern auftreten, desto mannigfaltiger müssen also auch die von der ursprünglichen Wärmequelle ausgehenden Strahlen seyn.

Finden wir nun, daſs die Verschiedenheiten, welche die Wärme des *rothglühenden Platins* nach der Reflexion von einer gewissen Anzahl ungleichartiger Körper (bei der Durchstrahlung durch diathermane Medien) zu erkennen giebt, sämmtlich geringer als die sind, welche die von denselben Flächen zurückgeworfene, auf die nämliche Weise untersuchte Wärme der Argand'schen Lampe wahrnehmen läſst

(s. S. 30 bis 33), so müssen wir schlieſsen, daſs das glühende Platin weniger verschiedenartige Wärmestrahlen als die letztere aussendet.

Bemerken wir ferner, daſs die Unterschiede der von den verschiedenen Körpern reflectirten Wärmestrahlen einer *Alkoholflamme* (wie sie bei Anwendung derselben diathermanen Körper auftreten) insgesammt kleiner sind als die, welche beim glühenden Platin beobachtet werden (s. S. 32 und 33), so ergiebt sich, daſs von der Alkoholflamme eine noch geringere Zahl verschiedener Wärmestrahlen ausgeht als vom erhitzten Platin.

Sehen wir endlich, wie die Wärme *des auf* 80° *R. erhitzten Cylinders* nicht die mindesten Verschiedenheiten zeigt, von welcher jener Flächen sie auch reflectirt seyn mag (s. S. 34 bis 37), die in den vorher betrachteten Fällen sehr bedeutende Veränderungen herbeiführten, so müssen wir annehmen, daſs der Metallcylinder bei jener Temperatur nur eine einzige Art von Wärmestrahlen ausschickt.

Vergleicht man also in dieser Rücksicht die in der vorigen Untersuchung angewandten Wärmequellen, so ist *die Mannigfaltigkeit der ausgesandten Wärmestrahlen bei der Argand'schen Lampe am gröſsten, geringer beim glühenden Platin, noch geringer bei der Alkoholflamme und gänzlich verschwunden beim auf* 80° *R. erhitzten Cylinder.*

Es giebt ein Mittel, dieſs noch auf andere Weise zu prüfen.

Läſst man nämlich eine Summe ungleichartiger Wärmestrahlen, wie sie z. B. von einer Argand'schen oder einer Locatelli'schen Lampe ausgesandt wird, auf verschiedene diathermane Körper einfallen, so gehen, je nach der Natur dieser Substanzen, verschiedenartige Strahlen durch sie hindurch. Diese durchdringen daher, je nachdem sie an der einen oder anderen derselben austreten, eine zweite diathermane Platte in ungleicher Weise [1]).

Die sich dabei ergebenden Verschiedenheiten werden offenbar desto gröſser seyn, je mannigfaltiger die ursprüng-

1) Melloni: Bd. 70, S. 211, Note 4.

liche Wärmequelle ist. — Lieſse man aber nur eine Art von Wärmestrahlen auf jene Substanzen eindringen, so daſs auch nur eine durch sie hindurchgehen könnte, so würden sich bei einer zweiten Durchstrahlung keine Verschiedenheiten ergeben können, an welchem diathermanen Körper die Wärme auch austreten möge.

Zeigt sich nun, daſs die von einem erhitzten Cylinder unter 90° R. ausgestrahlte Wärme stets auf dieselbe Weise rothes Glas, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps durchdringt, sie mag unmittelbar von der Wärmequelle kommen, oder bereits durch Elfenbein, Postpapier, eine dünne Carminschicht, Lack, schwarzes Glas, weiſses Glas oder durch irgend eine andere diathermane Substanz hindurchgegangen seyn (s. die 2te Tabelle, Bd. 70, S. 360, 361), so ist dieſs ein neuer Beweis, daſs vom Cylinder nur eine Art von Wärmestrahlen ausgesandt wird [1]).

Verbindet man hiemit das oben (Bd. 70, S. 366 u. 367) gewonnene Resultat, wonach die von den verschiedensten festen Körpern zwischen 25° und 90° R. ausgestrahlte Wärme als *gleichartig* erkannt worden ist, so geht daraus hervor, *daſs innerhalb dieser Temperaturen die von ihnen*

1) Wie bei den vorigen Versuchen die von verschiedenen Körpern diffus reflectirte Wärme Unterschiede zu erkennen gab, sobald seine Temperatur 90° R. überstieg (s. die Anmerkung S. 35, 36), so treten auch bei dieser Gelegenheit mit dem Ueberschreiten jener Grenze Verschiedenheiten auf.

Während nämlich die unter 90° R. ausgestrahlte Wärme beim Einschalten des rothen Glases die Multiplicatornadel stets von 35° auf 10°,1 zurückgehen lieſs, sie mochte der Thermosäule unmittelbar vom Metallcylinder zugesandt werden, oder Postpapier oder weiſses Glas durchstrahlt haben (die 2te Tab., Bd. 70, S. 360, 361): so brachte sie, bei einer gewissen höheren Temperatur, nach derselben directen Ablenkung von 35°, beim Einstellen des rothen Glases eine Ablenkung von 10°,75 hervor, wenn sie unmittelbar vom Cylinder ausging; von 11°,75, wenn sie das Papier durchstrahlt hatte; von 14°,75, wenn sie durch das weiſse Glas hindurchgegangen war.

Aehnliches zeigte sich bei den übrigen diathermanen Substanzen.

Es wäre denkbar, daſs diese Veränderung der bei höheren Temperaturen ausgestrahlten Wärme mit der Aenderung der Wärmecapacität bei steigender Temperatur zusammenhängt.

Digitized by Google

allen ausgesandten Wärmestrahlen — um mich eines Ausdrucks zu bedienen, welcher an die Melloni'sche Terminologie [1]) erinnert — »*gleichfarbig und einfarbig*« sind.

Wir sind also hier an eine gewisse Gränze getreten, an der jede Mannigfaltigkeit der Wärmestrahlen verschwindet, eine Gränze, welche erst erreicht wird, nachdem die Verschiedenheiten der sichtbaren Strahlen dem Auge längst erloschen sind.

Es schien mir nicht ohne Interesse, zu untersuchen:

wie sich die Mannigfaltigkeit der von einem und demselben Körper ausgesandten Wärmestrahlen mit seiner Temperatur ändert.

Dieſs zu prüfen standen mir die beiden so eben beschriebenen Mittel zu Gebote, d. h. ich konnte die Wärme des erhitzten Körpers in den Stadien, für welche ich ihre Complicirtheit zu kennen wünschte, entweder von ungleichartigen Flächen diffus reflectiren, oder sie verschiedene Körper durchstrahlen lassen, bevor sie durch gewisse diathermane Substanzen hindurchging. In beiden Fällen treten, wie wir gesehen, Unterschiede auf, welche sich desto gröſser und mannigfaltiger darstellen, je verschiedenartiger die von der Wärmequelle ausgehenden Strahlen sind.

Ich zog das erstere Verfahren vor, weil ich die störende eigne Erwärmung der reflectirenden Flächen durch kaltes Wasser (s. S. 5 bis 7) verhindern konnte, während die Erwärmung der zuerst durchstrahlten Körper im zweiten Falle unvermeidlich und ihr Einfluſs auf die Beobachtung nur auf Kosten der Intensität der Wirkungen zu eliminiren war.

Wie bei früheren Versuchen (Bd. 70, S. 223 bis 225) erhitzte ich auch zur Entscheidung der vorliegenden Frage eine Platinspirale über dem Schornstein einer Berzelius'schen Lampe zunächst auf eine Temperatur unter 90° R., dann zum Roth-, Gelb- und Weiſsglühen.

Die Wärme des *Platins unter* 90° *R.* geht, den am erhitzten Metallcylinder gemachten Erfahrungen gemäſs, stets auf dieselbe Weise durch die zur Prüfung angewandten

1) Bd. 70, S. 210, Note 2.

Digitized by Google

diathermanen Substanzen hindurch, sie mag unreflectirt, oder von den verschiedensten Körpern diffus reflectirt seyn. — So erhielt man in allen diesen Fällen beim Einschalten des rothen Glases eine Ablenkung von 8°,08 bis 8°,25, und beim Einstellen des Kalkspaths von 5°,17 bis 5°,42, wenn

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,		
			Metall oder nicht reflectirt	Gyps.	Carmin.
1,5	Rothes Glas	20°	8,08	8,08	8,08
1,4	Blaues Glas		7,58	7,75	7,58
1,4	Alaun		7,08	7,00	7,00
4,4	Steinsalz	20°	14,08	14,08	14,00
3,7	Kalkspath		5,25	5,42	5,17
1,4	Gyps.		7,25	7,08	7,08

Wird die Wärme des *rothglühenden Platins* von denselben Körpern reflectirt, so treten, wie wir wissen, sehr wahrnehmbare Verschiedenheiten bei der Durchstrahlung auf. So bringt z. B. die unreflectirte Wärme bei ihrem Durchgange durch rothes Glas eine Ablenkung von 10°,42 hervor; die von schwarzem Papier zurückgeworfene von 9°,58; die von Carmin reflectirte von 12°,33, und der Antheil der unreflectirten, welcher durch Kalkspath hindurch-

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,		
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.
1,5	Rothes Glas	20°	10,42	11,25	12,33
1,4	Blaues Glas		9,17	9,75	10,08
1,4	Alaun		8,08	8,17	8,75
4,4	Steinsalz	20°	16,92	16,83	17,25
3,7	Kalkspath		8,67	10,25	11,42
1,4	Gyps		7,58	8,75	9,33

Digitized by Google

die directe Einstrahlung auf die Säule die Nadel um 20° abgelenkt hatte.

Die folgende Tafel enthält die an den genannten, so wie die an anderen diathermanen Körpern beobachteten Werthe (als arithmetische Mittel aus je drei Versuchen).

wenn die Wärme des *Platins unter* 90° *R.* reflectirt wird von:

Kupferoxyd.	rothem Tafft.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
8,25	8,08	8,17	8,17	8,17	8,08	8,08
7,42	7,58	7,58	7,58	7,67	7,67	7,58
7,08	7,00	7,17	7,08	7,17	7,17	7,17
13,92	14,08	14,08	14,17	14,08	13,92	13,92
5,33	5,25	5,25	5,33	5,42	5,42	5,42
7,42	7,25	7,25	7,25	7,33	7,33	7,33

geht, läſst die Nadel auf 8°,67, der Antheil der von schwarzem Papier reflectirten sie auf 7°,83, und der von Carmin zurückgesandten sie auf 11°,42 abweichen, sofern die durch directe Einstrahlung bewirkte Ablenkung, wie vorher, 20° beträgt.

Die nachfolgende Uebersicht stellt auſser den angeführten die übrigen in dieser Hinsicht angestellten Beobachtungen dar (arithmetische Mittel aus je drei Experimenten).

wenn die Wärme des *rothglühenden Platins* reflectirt wird von:

Kupferoxyd.	rothem Tafft.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
11,50	11,42	10,50	9,58	10,83	10,75	10,75
9,83	9,83	9,00	8,33	9,33	9,17	9,08
8,08	8,33	8,17	7,33	8,58	8,33	8,17
16,67	16,83	16,00	15,75	16,75	16,92	16,00
10,25	9,92	9,33	7,83	10,42	10,08	9,33
8,33	8,33	7,83	6,92	8,75	8,58	7,83

[1]

1) Zwar war die reflectirte Wärme des rothglühenden Platins schon früher (S. 30, 31) untersucht worden, indeſs hielt ich es für nöthig, jene

Digitized by Google

Es kann nach diesen Resultaten kein Zweifel darübe
seyn, daſs die vom rothglühenden Platin ausgestrahlte Wärm
mannigfaltiger als die vom dunkeln ausgesandte ist.

Läſst man die Wärme des *gelbglühenden Platins* vo
den genannten Flächen diffus reflectiren, so werden jen
Unterschiede noch gröſser. Während nämlich die unre
flectirte Wärme, welche das rothe Glas durchdringt, di
Multiplicatornadel auf 8°,83 ablenkt, läſst die von schwar
zem Papier reflectirte sie auf 7°,42, die von Carmin zu-
rückgesandte sie auf 10°,58 abweichen; und die unreflec-
tirte, durch Kalkspath hindurchgehende Wärme bewirkt
eine Ablenkung von 6°,08, die von schwarzem Papier zu-

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten,		
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.
1,5	Rothes Glas	20°	8,83	9,75	10,58
1,4	Blaues Glas		7,75	7,92	8,67
1,4	Alaun		15,92	6,67	7,42
4,4	Steinsalz	20°	5,92	16,50	16,50
3,7	Kalkspath		6,08	9,17	9,75
1,4	Gyps		4,58	6,33	7,42

Wenn aus diesen Versuchen hervorgeht, daſs die unter solchen Umständen auftretenden Verschiedenheiten nicht in einzelnen, wenig entscheidenden Fällen, sondern fast durchweg gröſser und mannigfaltiger als die an den Strahlen des rothglühenden Platins beobachteten sind (vergl. S. 62, 63), so wird der Schluſs gerechtfertigt erscheinen, daſs die vom gelbglühenden Platin ausgesandte Wärme verschiedenartiger, als die vom rothglühenden ausgehende ist.

Experimente bei dieser Gelegenheit zu wiederholen, um sie den übrigen hierher gehörigen desto sicherer anschlieſsen zu können. Das Verhältniſs der sich dabei ergebenden Zahlen zu einander war natürlich dasselbe wie vorher, wenngleich ihre absoluten Werthe von den früheren abweichen, was nicht befremden kann, da sie fa[illegible] ganzes Jahr später beobachtet wurden.

Digitized by Google

rückgeworfene von 5°,17, und die von Carmin reflectirte von 9°,75, vorausgesetzt, daſs die directe Einstrahlung auf die Thermosäule die Galvanometernadel wieder auf 20° abweichen lieſs.

Auſserdem stellen sich die von gewissen Flächen, z. B. die von Gyps und Kupferoxyd reflectirten Wärmestrahlen, welche vorher nicht zu unterscheiden waren, jetzt als ungleichartig dar.

Die nachfolgende Tafel enthält die Zahlen, welche sich in den einzelnen Fällen (als arithmetische Mittel aus je drei Beobachtungen) ergaben:

wenn die Wärme des *gelbglühenden Platins* reflectirt wird von:

Kupferoxyd.	rothem Taft.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
9,75	9,50	8,33	7,42	8,83	9,33	8,58
8,17	8,00	7,08	6,33	7,75	7,33	7,67
6,50	6,83	5,92	5,50	7,17	6,58	6,25
16,00	15,92	14,42	14,00	15,25	15,67	14,42
8,50	8,83	6,58	5,17	9,08	8,58	6,75
5,75	6,17	5,17	4,00	6,67	5,75	5,17

Wenngleich man, wie schon mehrfach (Bd. 70, S. 235 u. 342) erwähnt, aus einer gröſsern Differenz zweier Ablenkungen, wenn sie zwischen niederen Graden als die mit ihr verglichene beobachtet wird, nicht immer auf eine gröſsere Differenz der Wärmewirkungen schlieſsen darf, so war dieſs doch in den so eben gedachten Fällen (d. h. beim Vergleich der Beobachtungen: 2te Tab. S. 62, 63 u. Tab. S. 64, 65) erlaubt, weil jene Ungleichheit der thermoskopischen Angaben erst von einem gewissen Punkte an [1]) eintritt, die Ablenkungen der Multiplicatornadel aber innerhalb der Gränzen, auf welche sich jene Beobachtungen erstrecken,

1) Siehe Bd. 70, S. 205, 206, Note 5.

noch den thermischen Einflüssen proportional gesetz
den konnten.

Wird die Wärme des zum Theil *weiſsglühenden P*
von denselben Körpern, wie die des dunkeln, roth
gelbglühenden reflectirt, so bietet sie bei der Durch
lung durch die bekannten diathermanen Substanzen
gröſsere Unterschiede als die Wärme des gelbglühe
Platins dar. So kehrt die Nadel, um bei den vorigen
spielen stehen zu bleiben, beim Einstellen des rothen
ses von 20° auf 11°,25 zurück, wenn jene Wärmestra
unreflectirt, von 20° auf 10°,25, wenn sie von schwa
Papier zurückgeworfen, und auf 14°,17, wenn sie von
min diffus reflectirt sind, und beim Einschalten des K

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einscha		
			Metall oder nicht reflectirt.	Gyps.	Carmin.
1,5	Rothes Glas	20°	11,25	13,42	14,17
1,4	Blaues Glas		10,33	11,25	12,17
1,4	Alaun		8,58	9,17	9,83
4,4	Steinsalz	20°	17,08	17,67	18,25
3,7	Kalkspath		9,42	12,17	13,67
1,4	Gyps		8,08	9,92	10,50

Es ergiebt sich daraus, daſs die Verschiedenheiten, welche die Wärmestrahlen des zum Theil weiſsglühenden Platins nach der diffusen Reflexion beim Durchgange durch die diathermanen Medien zu erkennen geben, sämmtlich gröſser als die sind, welche unter gleichen Umständen beim gelbglühenden Platin wahrgenommen werden (vergl. S. 64 und 65). Man wird also annehmen müssen, daſs von jenem eine noch gröſsere Zahl ungleichartiger Wärmestrahlen ausgeht als von diesem.

Das Resultat dieser ganzen Untersuchung ist also, *daſs die vom rothglühenden Platin ausgesandte Wärme mannigfaltiger als die vom dunkeln ausgehende ist, die des gelb-*

Digitized by Google

spaths sieht man die Galvanometernadel von 20° auf 9°,42 zurückweichen, wenn die unreflectirten Strahlen auf die Thermosäule einwirken, von 20° auf 7°,5, wenn sie von schwarzem Papier, und auf 13°,67, wenn sie von Carmin zurückgesandt werden.

Die von schwarzem Sammt und grünem Wachstuch reflectirten Wärmestrahlen, welche sich beim gelbglühenden Platin so wenig wie beim rothglühenden als verschiedenartig darstellten, waren jetzt sehr wohl von einander zu unterscheiden.

In der folgenden Tabelle sind die Details dieser Beobachtungen (wieder als arithmetische Mittel aus je drei Versuchen) zusammengestellt.

wenn die Wärme des zum Theil *weiſs glühenden Platins* reflectirt wird von:

Kupferoxyd.	rothem Taft.	schwarzem Sammt.	schwarzem Papier.	weiſser Wolle.	Holz.	grünem Wachstuch.
12,67	13,00	10,67	10,25	12,50	12,25	11,58
11,33	10,83	9,42	9,33	10,33	10,58	10,00
9,42	9,33	8,92	7,83	9,83	9,17	8,92
17,83	17,67	15,75	15,50	16,33	17,33	16,08
11,17	12,08	9,67	7,50	11,83	12,00	10,25
9,08	9,50	8,58	6,42	10,33	9,67	8,33

glühenden mannigfaltiger als die des rothglühenden, und die vom weiſsglühenden Platin ausgesandte Wärme mannigfaltiger als die, welche in allen übrigen Zuständen ausgestrahlt wird.

Die Complicirtheit der von einem Körper ausgesandten Wärme stellt sich mithin, wie zu vermuthen war, bei höheren Wärmegraden gröſser als bei niederen dar.

Aber sie wächst weder bei einem und demselben Körper beständig mit der Temperatur, wie daraus hervorgeht, daſs sie z. B. ungeändert bleibt, bis sein Wärmegrad etwa 90° R. überschreitet (s. Bd. 70, S. 218 bis 223, 367; dies. Bd., S. 35, 60), *noch ist sie bei verschiedenen Wärmequellen,* bei denen noch

Digitized by Google

mancherlei andere Umstände mitwirken, *immer auf S*
derjenigen gröſser, welche die höhere Temperatur hat.

So sendet z. B. rothglühendes Platin verschiedenarti
Wärmestrahlen als eine Alkoholflamme aus (s. S. 59),
doch müssen wir annehmen, daſs der Wärmegrad des
steren niedriger als der der letzteren sey, welche den
ben Platindraht zum Gelb- oder Weiſsglühen zu erhit
vermöchte.

Zum Ausstrahlungsvermögen steht die Mannigfaltigk
einer Wärmequelle, den bisherigen Versuchen nach, *dur*
aus nicht in wahrnehmbarer Beziehung.

Indeſs ist die Reihe, welche die nach der Complici
heit ihrer Wärmestrahlen geordneten Quellen bilden (
S. 59 u. S. 66, 67), genau derjenigen gleich, welche sie da
stellen würden, wenn man sie nach der Mannigfaltigke
der von ihnen ausgesandten *sichtbaren Strahlen* anordnet
Denn wir müssen z. B. auch die sichtbaren Strahlen eine
Argand'schen Lampe für verschiedenartiger als die des roth
glühenden Platins halten, weil unter ihnen alle diffus re
flectirenden Körper unserm Auge in mannigfaltigeren Far
ben erscheinen und die sichtbaren Strahlen des rothglühen-
den Platins für verschiedenartiger als die einer Alkohol-
flamme, weil sie sich, von ungleichfarbigen Körpern zurück-
geworfen, unserm Auge bei weitem mannigfaltiger als die
letzteren darstellen. — Aehnliches lieſse sich von den sicht-
baren Strahlen des weiſs-, gelb- und rothglühenden Platins
sagen.

Ich habe in der bisherigen Darstellung alle theoretischen Bemerkungen über die Natur der Wärmeerscheinungen absichtlich vermieden, um nicht die Thatsachen, welche das einzig Bleibende in der Wissenschaft sind, von dem vergänglichen Standpunkt einer Hypothese aus zu betrachten. Auch jetzt will ich nicht auf dergleichen Speculationen eingehen, welche nur zum Ziele führen können, wenn sie mit einer gründlichen mathematischen Behandlung verbunden werden. Vielleicht tragen die Beobachtungen die-

Digitized by Google

ser Abhandlungen einmal mit dazu bei, die Wärmelehre, welche mehr als jedes andere Gebiet der Physik in theoretischer Beziehung zerfallen ist, einer höheren Einheit entgegen zu führen.

Somit schlieſse ich diese Arbeit, indem ich kurz die Hauptresultate zusammenstelle, welche sich aus den mitgetheilten Untersuchungen ergeben haben.

1. Es läſst sich durch zwei neue Mittel mit Sicherheit entscheiden, ob ein Körper Wärmestrahlen hindurchläſst oder nicht (s. Bd. 70, S. 364, 370, 371).

2. Der Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper steht nicht in directer Beziehung zur Temperatur ihrer Quelle, sondern hängt nur von der Beschaffenheit der diathermanen Substanz ab, welche von gewissen Wärmestrahlen in höherem Grade als von anderen durchdrungen wird, diese mögen bei niederer oder höherer Temperatur entstanden seyn (s. Bd. 70, S. 226).

3. Die Erhitzung eines Körpers durch strahlende Wärme ist, bei stets gleicher Intensität der auf ihn eindringenden Strahlen, völlig unabhängig von der Temperatur ihrer Quelle, und wird allein durch die Natur des absorbirenden Körpers bedingt, welcher für gewisse Strahlen mehr als für andere empfänglich ist (s. Bd. 70, S. 232).

4. Ein Körper erwärmt sich innerhalb gewisser Gränzen desto mehr, je dicker er ist, und zwar in um so höherem Grade, je weniger er für die ihm zugesandten Strahlen diatherman ist (s. Bd. 70, S. 236 bis 238).

5. Wärme - Absorption und Ausstrahlung entsprechen einander nur so weit, als sie Functionen eines und desselben Körpers sind, und die Natur der Wärmestrahlen dabei nicht in Betracht kommt (s. Bd. 70, S. 345, 346).

6. Der von Melloni aufgestellte Satz hat sich bestätigt: daſs das Ritzen der Oberfläche eines Körpers nur in sofern auf das Wärmeausstrahlungsvermögen von Einfluſs ist, als es die Dichtigkeit und Härte modificirt, und zwar dasselbe steigert oder vermindert, je nachdem es die betreffenden Stellen auflockert oder verdichtet (s. Bd. 70, S. 343).

7. Das Ausstrahlungsvermögen eines Körpers ist von

Digitized by Google

der Natur der Wärmestrahlen unabhängig, durch deren Absorption er sich erwärmt (s. Bd. 70, S. 351).

8. Die von den verschiedensten festen Körpern bei ungleicher Dicke und ungleicher Beschaffenheit ihrer Oberfläche ausgestrahlte Wärme ist durch die uns bis jetzt zu Gebote stehenden Mittel als gleichartig und einfach erkannt worden, auf welche Weise sie auch innerhalb der Gränzen der bisherigen Versuche, d. h. zwischen 25° und 90° R., in ihnen erregt worden seyn mag (s. Bd. 70, S. 366, 367; dies. Bd. S. 61).

9. Die Diffusion, welche die Wärme an rauhen Oberflächen erleidet, steht in keinem Zusammenhange mit der Temperatur ihrer Quelle (s. S. 56).

10. Die strahlende Wärme wird durch diffuse Reflexion in sehr verschiedener Weise von einigen Körpern in hohem Grade, von andern gar nicht verändert. Bei einer und derselben Substanz sind diese Modificationen von dem Zustande ihrer Oberfläche unabhängig (s. S. 24).

11. Die Veränderungen der Wärme bei diffuser Reflexion werden eben so wohl durch die Natur der Wärmequellen wie durch die Beschaffenheit der reflectirenden Körper bedingt (s. S. 36).

12. Sie sind nur Folge einer auswählenden Absorption der reflectirenden Körper für gewisse ihnen zugesandte Wärmestrahlen (s. S. 54).

13. Die diffuse Reflexion der wärmenden Strahlen ist der Reflexion der sichtbaren nicht parallel (s. S. 56).

14. Die Mannigfaltigkeit der von einem und demselben Körper ausgehenden Wärmestrahlen ist bei höheren Wärmegraden gröſser als bei niederen, wächst aber nicht beständig mit der Temperatur und steht nicht in wahrnehmbarer Beziehung zum Ausstrahlungsvermögen (s. S. 67, 68).

15. Die Reihe, welche gewisse nach der Verschiedenartigkeit ihrer Wärmestrahlen geordnete Quellen bilden, ist derjenigen gleich, welche sie darstellen, wenn man sie nach der Mannigfaltigkeit der von ihnen ausgesandten sichtbaren Strahlen anordnet (s. S. 68).

Digitized by Google

II. *Zur Theorie der Nobili'schen Farbenringe; von E. du Bois-Reymond und W. Beetz.*

(Gelesen in der physikalischen Gesellschaft zu Berlin, am 11. Dec. 1846.)

I.

»Nobili hat zuerst die Möglichkeit angedeutet, die von ihm entdeckten farbigen Niederschläge (*apparenze elettrochimice*) zur Beurtheilung der Ausbreitung des Stroms in nicht prismatischen Leitern zu verwenden[1]). Bei seiner Unkenntniſs des Ohm'schen Gesetzes für die Elektricitätsbewegung, auch nur nach einer Ausmessung, vermochte er indeſs diesem Gedanken noch keine passende Ausbildung zu verleihen. In einem Aufsatze, betitelt: »*Note sur les anneaux colorés produits par le dépôt des oxydes métalliques sur les métaux*«[2]), hat nunmehr Herr Edmond Becquerel versucht, den einfachsten Fall der Nobili'schen Ringe einer strengen Betrachtung sowohl aus dem optischen als dem elektrischen Gesichtspunkte zu unterwerfen. Die Ringe werden dargestellt — ein von Herrn Becquerel dem Vater angegebenes Verfahren — indem man eine Neusilberplatte (? »*Maillechort*«) mit einer dünnen Schicht einer Auflösung von Bleioxyd in Kalihydrahtlösung übergieſst, der Mitte der Platte gegenüber das freie Ende eines nach Wollaston's Angabe äuſserst fein ausgezogenen, in ein Glasrohr eingeschmolzenen Platindrahtes in die Flüssigkeit taucht, diesen mit dem negativen, und die Platte mit dem positiven Pole einer acht- bis zehngliederigen Säule verbindet. Es schlägt sich auf die Platte eine zarte Schicht Bleisuperoxyd nieder, welche, da der Strom auf dem geraden Wege von

1) *Memorie ed Osservazioni edite ed inedite. Firenze* 1834. *Vol. I. p.* 56.* — *Bibliothèque universelle de Genève. Anc. Sér. Sc. et Arts.* 1835. *T. LIX. p.* 263, 416. *

2) *Annales de Chimie et de Physique. Janvier* 1845. 3. *Sér. T. XIII. p.* 342. *

Digitized by Google

der Spitze nach der Platte stärker ausfällt als in den seitlichen Richtungen, von der Mitte derselben nach dem Umfange zu an Dicke abnehmen muſs, und demgemäſs auf das prachtvollste in Newton'schen Ringen spielt. Herr Becquerel macht darauf aufmerksam, daſs, da der Brechungsindex des Bleisuperoxyds zwischen dem der Luft und dem des Metalles liege, die Ringe in dem vorliegenden Falle nicht den durch Spiegelung gewonnenen, sondern vielmehr den im durchgelassenen Lichte erscheinenden zu vergleichen seyen. In der That zeigt es sich denn, daſs die Aufeinanderfolge der Farben an den Nobili'schen Ringen von Auſsen nach Innen derjenigen von Innen nach Auſsen an den Newton'schen Ringen im durchgelassenen Lichte sehr genau entspricht. Es handelt sich nun darum, nachzuweisen, daſs die relativen Dicken der Schicht, welche man aus den Gesetzen der Ausbreitung des elektrischen Stromes im Vereine mit dem elektrolytischen Gesetze entnehmen kann, übereinstimmen mit denjenigen, die sich, für die hellen und dunklen Stellen der Ringe, leicht aus optischen Betrachtungen folgern lassen.

Von dem Gesetze, nach welchem die Dicke der Ringe sich ändert, sagt Herr Becquerel: „*Il est aisé d'avoir la valeur de la courbe formée par la surface supérieure de la couche d'oxyde, dans un plan perpendiculaire à la lame métallique et passant par le centre. Soit BX* . . . (s. Fig. I. Tafel I.) . . . *la plaque métallique, B son centre, A l'extrémité de la pointe du pôle négatif, et supposons que l'électricité ne débouche que par ce point. Soit C un point quelconque; quand le courant passera, l'épaisseur y de la couche d'oxyde déposée au point C dépendra uniquement de l'intensité du courant et de la distance AC. En admettant que cette intensité soit en raison inverse de la longueur AC, on aura*

$$y = \frac{A}{\sqrt{m^2 + x^2}}$$

pour l'équation de la courbe qui termine la partie supérieure de la couche d'oxyde, m étant la distance AB et A un coëf-

Digitized by Google

ficient dépendant du pouvoir conducteur de la solution et de la force de la pile. Si l'on a soin de mettre le point A très-près de B, à un demi-millimètre, on pourra négliger m^2 devant x^2, et l'équation devient

$$y = \frac{A}{x},$$

c'est-à-dire que les épaisseurs des couches d'oxyde sont sensiblement en raison inverse des diamètres des anneaux."

Verhalten sich die Dicken der Ringe umgekehrt wie ihre Halbmesser, so ist es deutlich, daſs, wenn man die aus optischen Betrachtungen entnommenen relativen Dicken an bestimmten Stellen mit den Abständen dieser Stellen von dem Mittelpunkte multiplicirt, ein beständiges Product hervorgehen müsse. Auf diese Probe hat Herr Becquerel seine Theorie an zwei auserlesenen Platten gestellt, und wirklich eine so vollständige Uebereinstimmung der beiderseitigen Ergebnisse gefunden, als sie bei dergleichen Messungen nur immer erwartet werden kann.

Je schöner der Gedanke dieser Untersuchung ist, um so mehr thut es mir leid, darauf aufmerksam machen zu müssen, daſs der von Hrn. Becquerel wahrgenommene Einklang der Beobachtung mit der Rechnung schwerlich auf etwas Anderem beruht haben könne, als auf einem ziemlich unerklärlichen Spiele des Zufalls.

Zunächst sey bemerkt, daſs sich in der vorliegenden Anordnung die Elektricität nicht in geraden Linien fortpflanzen wird. Bei der Ausbreitung des elektrischen Stroms in nicht prismatischen Leitern [1]) hat man sich bekanntlich zuerst nach den *isoëlektrischen* Oberflächen, oder Oberflächen gleicher Spannung, zu erkundigen. Sind die Elektroden metallisch, der Leiter, in dem die Ausbreitung des Stromes stattfindet, dagegen ein solcher der zweiten Klasse Volta's, so kann man die Spannung aller ihrer Punkte stets als eine

1) S. Kirchhoff in diesen Annalen u. s. w. April 1845. Bd. LXIV. S. 497; — März 1846. Bd. LXVII. S. 344. — Smaasen ebendas., 21. August 1846. Bd. LXIX. S. 161. *

Digitized by Google

und dieselbe ansehen [1]); die Oberfläche jeder Elektrode giebt folglich die erste isoëlektrische Oberfläche von ihrer Seite her ab. An den Gränzen des Leiters stehen die isoëlektrischen Oberflächen winkelrecht auf. Ein sie senkrecht schneidendes System von Curven, die sich somit den Gränzen des Leiters anschlieſsen und auf die Elektrodenflächen winkelrecht aufstehen, sind die Strömungslinien, in denen die Bewegung der Elektricität geschieht.

Fielen die Strömungscurven in der obigen Anordnung mit den von der Spitze nach der Platte gezogenen Leitstrahlen zusammen, so müſsten also die isoëlektrischen Oberflächen Kugelschalen seyn. Es würde alsdann diejenige dieser Kugelschalen, welche die Platte in der senkrechten Projection der Spitze auf dieselbe berührt, einerlei Spannung mit allen Punkten der Platte besitzen, und demnach jeder Grund zur ferneren Strömung zwischen dieser und jener fortfallen.

Den wahren Gang der Elektricität unter den vorliegenden Umständen zu ermitteln, bleibe der überlegenen Analyse der scharfsinnigen Physiker überlassen, welche sich neuerdings der Lösung so vieler wichtigen Aufgaben, in denen die Verbreitung des Stromes in nicht prismatischen Leitern eine Rolle spielt, unterzogen haben. Obschon Herr Smaasen die Fundamentalgleichung des dynamischen Gleichgewichtes der Elektricität bereits auf die drei Ausmessungen ausgedehnt hat, so ist doch noch kein auch noch so einfacher Fall einer solchen der mathematischen Behandlung theilhaftig geworden. Es läſst sich aber hier, mit Hülfe der bloſsen Anschauung, ziemlich sicher übersehen, wie etwa die Strömungscurven gestaltet seyn werden. Stellen wir zuerst die Bedingungen der Erscheinung einigermaſsen fest.

1) G. S. Ohm, die galvanische Kette mathematisch bearbeitet. Berlin 1827. S. 129.* — Die von Hrn. Becquerel empfohlene Maſsregel, der Platte den Strom im Mittelpunkte ihrer Rückseite zuzuführen, dürfte deshalb auf einem Miſsverständnisse beruhen. Schwerlich würde es die geringste wahrnehmbare Verzerrung der Ringe zur Folge haben, wenn der Strom, statt an der genannten Stelle, am Umfange der Platte in dieselbe mündete.

Digitized by Google

Wir denken uns (s. die Figur) eine unbegränzte ebene Platte XX' von verschwindendem Widerstande im Verhältnisse zu demjenigen einer sie bedeckenden überall gleich dicken Schicht feuchten Leiters. In diese taucht die andere Elektrode in Gestalt einer Halbkugel gerade so weit ein, daſs die Oberfläche ff' der Schicht durch den Mittelpunkt O derselben geht. Was in der nächsten Nähe des Mittelpunktes O' der Platte, senkrecht unter dem der Elektrode, vorgehen mag, berührt uns nicht; denn hier können nachmals doch keine Beobachtungen angestellt werden, da die brauchbaren Ringe immer erst in einiger Entfernung von der Mitte beginnen. Man sieht nun leicht, daſs die Strömungscurven, welche sich nach den entfernteren Punkten der Platte begeben, sehr lange fast geradlinig fortschieſsen müssen; dann biegen sie sich nach der Platte hin, die sie senkrecht erreichen sollen. Fassen wir ferner zwei in einer senkrecht durch die Ausströmungsspitze auf die Platte gefällten Ebene einander zunächst gelegene Strömungscurven auf, so erkennt man auch noch, daſs sie, in dem geradlinigen Theile ihres Laufes, einander sehr nahe bleiben werden; daſs sie aber auseinander zu weichen streben, wenn sie, dem Punkte ihres Einsenkens in die Platte nahe, sich nach derselben hin biegen (*Ors*, *Or's'*).

Die Strömungscurven geben auf jedem Punkte des durchflossenen Leiters die Bewegungsrichtung der Elektricität an; keinesweges jedoch reicht die Betrachtung ihrer bloſsen Länge aus, um die Stärke des Stromes, d. h. den Quotienten aus Widerstand in elektromotorische Kraft, für jede Stelle des Leiters zu bestimmen. Dieſs hat Hr. Becquerel bei Aufstellung seiner Formel übersehen, wenn er die Stromstärke für jeden Punkt der Platte einfach der Länge des Leitstrahles umgekehrt proportional setzt.

Um die Stärke des Stromes an einer gegebenen unendlich kleinen Stelle des Leiters zu finden, hat man vor Allem den Widerstand zu berechnen, den der Raum zwischen den jene Stelle ringsum abgränzenden Strömungscurven dem Strom darbietet. In dem vorliegenden Falle kann man aber

Digitized by Google

vermuthlich den Widerstand des krummlinig begränzten Theiles dieses Raumes gegen den des geradlinig begränzten vernachlässigen, weil, erwähntermaſsen, in dem ersteren, der an und für sich viel kürzer ist, auch noch die Strömungscurven auseinanderweichen, so daſs hier der Querschnitt der Strombahn viel beträchtlicher ausfällt. Man wird also, nach Hrn. Becquerel's nicht weiter gerechtfertigtem Vorgange, allerdings die Leitstrahlen *Os*, *Os'* den wirklichen Strömungscurven *Ors*, *Ors'*, oder, bei Vernachlässigung des Widerstandes des Stückes *rsr's'*, das Dreieck *Oss'* dem Dreieck *Orr'* mit ziemlicher Genauigkeit unterlegen dürfen, nur daſs man, wenngleich von eben diesem Standpunkte ausgehend, dem Ausdruck für den Widerstand, den ein partieller Strom zu überwinden hat, eine andere Fassung geben muſs.

Als partielle Strombahn wird alsdann hier zu betrachten seyn der Raum zwischen zweien Kegelmänteln, deren Axe und Spitze miteinander sowohl als mit dem Mittelpunkte O der Ausströmungsspitze und seiner senkrechten Entfernung OO' von der Platte zusammenfallen, welche letztere die gemeinsame Grundfläche der Kegel ausmacht, und deren sehr stumpfe Winkel an der Spitze um einen unendlich kleinen Winkel 2φ unterschieden sind. Der Widerstand eines solchen Raumes ist leicht zu bestimmen. Das Element desselben ist, wenn wir mit ξ die Entfernung eines Punktes der Kegelmäntel von O, mit γ den Winkel an der Grundfläche, mit ω den umgekehrten Werth des Widerstandes für die Einheit der Länge und des Querschnittes der Bahn bezeichnen,

$$dw = \frac{1}{2\pi\omega \cos\gamma \, tg\varphi} \cdot \frac{d\xi}{\xi^2}.$$

Die Integration ist zu vollziehen zwischen den Gränzen $\xi = \Xi =$ der gesammten Länge des Leitstrahles, als oberer, und $\xi = \varrho$, einer beliebig kleinen, aber endlichen Constanten, als unterer Gränze. Unter ϱ ist nämlich der Halbmesser der halbkugelförmigen Ausströmungsspitze zu verstehen, da, wenn man denselben, nach Hrn. Becquerel's Vorgange, vernachlässigen wollte, der Widerstand unend-

Digitized by Google

lich werden würde. Man erhält

$$w = \frac{1}{2\pi\omega\varrho} \cdot \frac{\Xi - \varrho}{\Xi \cos\gamma \, tg\varphi}.$$

Die Stärke des partiellen Stromes wird also, wenn k den Unterschied der Spannungen der Elektroden vorstellt,

$$dI = 2\pi k \omega \varrho \cdot \frac{\Xi \cos\gamma \, tg\varphi}{\Xi - \varrho}.$$

Hier sind Ξ, $\cos\gamma$ und $tg\varphi$ in Function von x und dx auszudrücken. Man hat dazu, wenn man Hrn. Becquerel's Bezeichnungsweise beibehält, die Bestimmungen:

$$\Xi = \sqrt{x^2 + m^2}, \quad \cos\gamma = \frac{x}{\sqrt{x^2 + m^2}}$$

$$\Xi \, tg\varphi = dx \sin\gamma, \quad \sin\gamma = \frac{m}{\sqrt{x^2 + m^2}},$$

und es geht hervor die partielle Stromstärke

$$dI = 2\pi\omega\varrho k m \cdot \frac{x dx}{(x^2 + m^2)(\sqrt{x^2 + m^2} - \varrho)}.$$

Multiplicirt man diesen Ausdruck mit einer ferneren Constanten α, für das Atomgewicht des niedergeschlagenen Zersetzungsstoffes, seine Dichtigkeit u. s. w., só wird man allerdings ein Maaſs für die absolute Menge des Zersetzungsstoffes gewonnen haben, welche in der Zeiteinheit durch den partiellen Strom auf dem Ringe der Platte, auf dem die Kegelmäntel aufstehen, niedergeschlagen wird, keinesweges jedoch bereits, wie Herr Becquerel zu glauben scheint, für die relative Dicke der Schicht, in welcher diese Menge sich ablagern wird. Um diese zu bestimmen, ist es deutlich, daſs man noch die Ausdehnung der Oberfläche zu berücksichtigen hat, auf der die Ablagerung vor sich gehen soll. Man findet diese einfach, indem man den Ausdruck für die Grundfläche der Kegel als Function des Halbmessers differenzirt, und das annähernde Gesetz der abnehmenden Dicke der Ringe folglich, wenn man in dI mit $2\pi . x dx$ dividirt. Dieses Gesetz nimmt demnach die Form an:

$$y = \omega\varrho k m \alpha \cdot \frac{1}{(x^2 + m^2)(\sqrt{x^2 + m^2} - \varrho)}.$$

Will man ϱ gegen Ξ vernachlässigen, so wird es

$$y = \omega \varrho k m \alpha \cdot \frac{1}{(x^2 + m^2)^{\frac{3}{2}}};$$

will man ferner, nach Hrn. Becquerel's Vorgange, auch noch m^2 gegen x^2 verschwinden lassen, und faſst man die Constanten unter dem Zeichen A zusammen, so folgt einfach

$$y = \frac{A}{x^3}.$$

Die Dicke der Ringe würde also nicht, wie Hr. Becquerel meint, der *ersten Potenz* der Halbmesser, sondern, was auch zum Theil bereits die Anschauung zeigt, dem *Würfel* derselben umgekehrt proportional seyn.

Wie Herrn Becquerel's Beobachtungen sich dennoch mit beträchtlicher Genauigkeit der ersten Potenz anschlieſsen können, ist nicht leicht zu verstehen. Es ist indeſs möglich, daſs eine Art von Polarisation, von elektromotorischer Rückwirkung der Zersetzungsstoffe, dabei eine Rolle gespielt habe. Zwar an den Sauerstoff selbst darf hier nicht wohl gedacht werden, weil er, selbst in dem Fall schwerer Oxydirbarkeit der Platte, doch zum höheren Oxydiren des Bleioxyds verwandt wird; wohl aber mag die ungleiche Schicht des Bleisuperoxyds selbst in Betracht kommen, wodurch vielleicht die näheren Punkte der Platte negativ gegen die entfernteren Punkte derselben gemacht wurden, was eine Verdickung der Schicht auf den letzteren im Vergleich zu den ersteren herbeigeführt haben könnte. In der That verhält sich z. B. Kupfer, welches unter dem Einflusse eines stärkeren Stromes oxydirt worden, negativ gegen solches, welches einem schwächern Strom als positive Elektrode ausgesetzt war.

Hr. Becquerel berechnet auch noch die Gestalt der Curve, welche die Schicht des Zersetzungsstoffes für den Fall begränzt, daſs, statt der bloſsen Spitze, ein kürzeres oder längeres Stück *AE* des Drahtes zur Elektrode dient. Diese Gestalt würde nach ihm gegeben seyn durch das bestimmte Integral

$$\int_m^n \frac{A\,dz}{\sqrt{z^2 + x^2}},$$

Digitized by Google

wo m, x die frühere Bedeutung haben, z den senkrechten veränderlichen Abstand des Punktes P des Drahtes von der Platte vorstellt, dessen Wirkung auf den Punkt C gerade betrachtet werden soll, ferner n die Entfernung EB bezeichnet: s. die Figur.

Dieser Formel liegen indeſs vollends keine Begriffe zu Grunde, da z. B. dz nach der Art, wie es in dieselbe eingeht, nicht füglich etwas anderes vorstellen kann, als einen beständigen auf die Strömungsrichtung senkrechten Querschnitt, während es, auf z abgemessen, einen veränderlichen Winkel mit dieser Richtung bildet, der erst und nur für $z=0$ zu einem Rechten wird, und während partielle Ströme, die in einer vierseitigen Pyramide von der Grundfläche nach der Spitze zu flieſsen, doch in jedem Augenblicke einen verschiedenen Querschnitt überschreiten. Daſs endlich in diesem Falle bei der Bestimmung der partiellen Strombahn abermals mit völliger Willkühr und mit Vernachlässigung der allerwesentlichsten Umstände zu Werke gegangen sey, bedarf, nach den obigen Bemerkungen, keiner nähern Erläuterung mehr.« Dr. E. du Bois-Reymond.

II.

Die so eben von Herrn du Bois-Reymond mitgetheilten Bemerkungen über das Gesetz, nach welchem sich eine durch Elektrolyse abgeschiedene Substanz zur Bildung Nobili'scher Farbenringe auf eine Elektrode ablagert, veranlaſsten mich zur Anstellung einiger Versuche über diesen Gegenstand, deren Resultate ich mir im Folgenden vorzulegen erlaube.

Als Elektrolyt wandte ich zu meinen Versuchen in der Regel die, auch von Hrn. Becquerel benutzte, Auflösung von Bleioxyd in concentrirter Kalilauge an, seltener Bleizuckerlösung. Als Anode, welche die Bleisuperoxydschicht aufnehmen sollte, diente eine Platte von edlem Metall; die leicht oxydirbaren Metalle zeigten sich sehr wenig geeignet, als Unterlage für die Farbenringe zu dienen, wahrscheinlich wohl, weil

Digitized by Google

sie selbst einen Angriff erleiden, theils durch Oxydation, theils durch Ueberführung von Theilchen ihrer Oberfläche zur Kathode. Auch Silber machte von diesem Uebelstande keine hinreichend groſse Ausnahme, um zur Anwendung empfohlen werden zu können, so daſs ich mich galvanisch vergoldeter Daguerreotypplatten oder auch einer Platinplatte bediente. Die Kathode bestand in einem dünnen, in eine Glasröhre geschmolzenen, Platindraht, der mit einer Grove-schen Zinkplatinsäule von drei bis sechszehn Elementen (jedes von etwa 1,5 Quadratzollen wirksamer Platinfläche) verbunden war. Je nach der Beschaffenheit der Lösung, der Oberfläche der Platte, und der angewandten Säule bildeten sich drei bis acht Systeme von Ringen, welche nach der Mitte immer farbenschwächer werdend, zuletzt in die braune Farbe des Bleisuperoxyds übergingen. Um die Radien dieser Ringe zu bestimmen, wurden bei monochromatischer Beleuchtung die Durchmesser für die dunkelsten so wie für die hellsten Stellen der Ringe gemessen. Nur wenn sich ein Ring nach einer Seite hin unregelmäſsig ausgebildet hatte, wurde der Radius auf der anderen direct gemessen. Beim ersteren Verfahren halbiren sich die Meſsfehler, und kleine Irrungen in der Bestimmung des Mittelpunktes werden nicht so einfluſsreich.

Es handelte sich zunächst darum, zu bestimmen, ob die Dicke der Schichten in der That vom Centrum aus nach dem Gesetze der Cuben der Radien abnimmt, wie dieſs der obigen Rechnung nach stattfinden muſs. Zu dieser Untersuchung ist es offenbar am vortheilhaftesten, aus den, bei verschiedenfarbiger Beleuchtung gemessenen, Radien eines und desselben Ringsystems die Wellenlängen der jedesmal angewandten Farben zu berechnen, und dieselben mit den aus anderen Untersuchungen für diese Längen bekannten Werthen zu vergleichen. Man läuft hierbei weder Gefahr, durch Anomalien in der Stromintensität, wie bei gröſseren Differenzen der Radien, noch durch eine mangelhafte Bestimmung der Bleisuperoxydschicht, wie bei Benutzung verschiedener Ringsysteme[illegible]uscht zu werden, wie dieſs weiter

Digitized by Google

ter unten näher besprochen werden soll. Vom Mittelpunkte aus wurde eine Linie auf der, mit den Farbenringen bekleideten, Platte gezogen, und dieser Radius nach und nach an die Stellen eines prismatischen Sonnenspectrums gebracht, welche durch die Linien *B*, *D*, *E* und *F* bezeichnet sind. Die nachfolgende Tafel enthält die Resultate der Versuche mit zwei verschiedenen Platten. Bei beiden sind die zweiten Ringsysteme, als die am vollständigsten ausgebildeten, benutzt worden. Zum Verſtändniſs der Tabelle wird die Bemerkung genügen, daſs mit r der jedesmal in Rede stehende Radius; mit r_b der Radius für den Ring, welcher in der Beleuchtung von der Stelle *B* des Spectrums gemessen wurde, bezeichnet ist.

Tafel I.

Linie.	Erster Versuch.			Zweiter Versuch.			Mittel	Wellenlänge (Milliontheile eines Millimeters)		
	r.	r^3.	$\frac{r_b}{r^3}$.	r.	r^3.	$\frac{r_b^3}{r^3}$.	$\frac{r_b^3}{r^3}$.	aus dem Versuch.	nach Schwerd	Δ
B	13''',1	2248,1	1	12''',5	1933,1	1	1	688	688	
D	13 ,8	2628,1	0,855	13 ,1	2248,1	0,860	0,8575	590	589	+1
E	14 ,4	2983,1	0,753	13 ,6	2515,4	0,768	0,7605	523	526	—3
F	14 ,7	3186,5	0,705	14 ,0	2744,0	0,705	0,7050	485	486	—1

Tafel II.

Linie.	$\frac{r_b}{r}$			Wellenlänge	
	1. Versuch.	2. Versuch	Mittel.	nach Becquerel.	δ.
B	1	1	1	688	
D	0,949	0,954	0,9515	655	+66
E	0,910	0,919	0,9145	629	+103
F	0,891	0,893	0,8920	613	+127

In dieser Uebersicht wurde die Wellenlänge der verschiedenen Farben bestimmt, indem für das Roth an der Linie *B* die von **Schwerd** gegebene Länge 0,000688 Millimeter zu Grunde gelegt, und diese Zahl mit dem Verhältniſs der Dicken multiplicirt wurde, d. h. mit dem umgekehrt cubischen Verhältniſs der Radien für den Ring von

jener rothen und den von der jedesmal beobachteten Farbe. Die von Hrn. E. Becquerel benutzten, aus Fresnel's Versuchen gefolgerten, Zahlen weichen von den Schwerd'schen bedeutend ab, indem dem Roth für die Linie B die Wellenlänge 0,000645 Millim. zugetheilt ist, welche aber einem Roth zwischen C und D entspricht. Die erhaltenen Resultate zeigen unzweideutig, daſs die Dicken der Ringe im umgekehrt cubischen Verhältniſs der Radien stehen; in der zweiten Tabelle ist zum Vergleich eine Berechnung der Wellenlänge gegeben, welche man aus meinen Messungen mit Befolgung des Becquerel'schen Princips, daſs die Dicken den ersten Potenzen der Radien umgekehrt proportional seyen, findet. Der Unterschied ist so bedeutend, daſs z. B. in der ersten Versuchsreihe, bei welcher der Radius für die Linie $B=13''',1$ war, der für die Linie $F=18''',1$ statt $14''',7$ hätte seyn müssen, um auf die verlangte Wellenlänge 0,000486 schlieſsen zu lassen, ein Unterschied, der wohl in keiner Weise auf Beobachtungsfehler geschoben werden kann.

Um die verschiedenen Ringsysteme mit einander vergleichen zu können, muſste zuerst eine Frage entschieden werden, welche Hr. Becquerel als bereits entschieden hinstellt. Ist nämlich der Refractionsindex des Bleisuperoxyds zwischen dem der unterliegenden Metallplatte und dem der Luft gelegen, so wird der einfallende Strahl beidemal von einem dichteren Medium in ein dünneres reflectirt, die Minima des Lichteffectes bei monochromatischer Beleuchtung werden also bei Dicken der reflectirenden Schichten stattfinden, welche sich wie die geraden Zahlen verhalten; ist dagegen die Bleisuperoxydschicht stärker brechend als die Metallplatte, so verhalten sich die betreffenden Dicken wie die ungeraden Zahlen. Es ist mir nicht gelungen unter den Substanzen, deren Brechungsindices von irgend welchen Experimentatoren bereits mitgetheilt sind, das Bleisuperoxyd aufzufinden; da nun auch Hr. Becquerel nicht angiebt, ob frühere Bestimmungen, ob eigene Messungen, ob bloſse Vermuthungen ihn zu der Annahme ver-

Digitized by Google

anlassen, daſs der Brechungsindex des Bleisuperoxyds zwischen dem der Luft und des Metalles liege, eine solche Annahme aber keineswegs *a priori* zu machen ist, so muſste ich jenen Werth selbst zu bestimmen versuchen. Auf eine vergoldete Silberplatte wurde eine Bleisuperoxydschicht so lange niedergeschlagen, bis sie eine gleichmäſsig braune Farbe angenommen hatte. Sie war dann der Politur ziemlich gut fähig. Die Substanz polarisirte einen von ihrer Oberfläche reflectirten Lichtstrahl so annähernd linear, daſs der Polarisationswinkel schon mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt werden konnte. Zur Controle lieſs ich auf eine solche Bleisuperoxydfläche einen unter dem Azimut von 45° polarisirten Strahl fallen, den reflectirten Strahl von einer zweiten Fläche der Art zurückwerfen, und suchte den Einfallswinkel auf, unter welchem die elliptische Polarisation am vollständigsten in die lineare überging. Beide Methoden ergaben sehr nahe dasselbe Resultat, nämlich im Mittel für den Einfallswinkel, bei dem das Maximum der Polarisation stattfindet, 63°. Demnach ist der Refractionsindex des Bleisuperoxyds $= tang\ 63° = 1{,}964$, also nahe gleich dem des schwefelsauren und kohlensauren Bleioxyds, und allerdings kleiner als der des Metalles, da für Gold z. B. Brewster den Werth 2,864 angegeben hat.

Sind demnach die Radien der dunklen und hellen Ringe bei einfarbiger Beleuchtung gemessen, so müssen die geraden Producte der Cuben der Radien bei den dunklen, und die ungeraden Producte bei den hellen Ringen nahezu constante Werthe geben. Zur Hervorbringung der einfarbigen Beleuchtung bediente ich mich einer Alkoholflamme, in deren Docht Kochsalz gerieben war. Dieſs Licht ist unstreitig reiner als das rothe Licht, welches wir durch gefärbte Gläser zu erzeugen vermögen. Wie weit die Versuche eine Annäherung an die Rechnung gewährten, mögen folgende Tafeln zeigen:

Digitized by Google

Farbenringe auf vergoldetem Silber.

Tafel III.

Säule von drei Elementen.

Ringe.	r.	r^3.	n.	$n.r^3$.	Δ.	$n.r$.
1. dunkle	15''',8	3944,31	1	3944,31	*	15,8
2. -	13 ,2	2299,97	3	6899,91	*	39,6
3. -	11 ,6	1560,70	5	7804,50	— 88,97	58,0
4. -	10 ,6	1191,02	7	8337,14	+343,67	74,2
1. helle	14 ,7	3186,52	2	6373,04	*	28,4
2. -	12 ,4	1906,62	4	7626,48	—366,99	49,6
3. -	11 ,1	1367,63	6	8205,78	+212,31	66,6
Mittel				7993,47		

Tafel IV.

Säule von vier Elementen.

Ringe.	r.	r^3.	n.	$n.r^3$.	Δ.	$n.r$.
1. dunkle	16''',4	4410,94	1	4410,94	*	16,4
2. -	13 ,4	2406,10	3	7218,30	*	40,2
3. -	12 ,0	1728,00	5	8640,00	—444,98	60,0
4. -	11 ,0	1331,00	7	9317,00	+232,02	77,0
5. -	10 ,2	1061,21	9	9550,89	+465,91	91,8
1. helle	15 ,5	3723,87	2	7447,74	*	31,0
2. -	12 ,8	2087,15	4	8348,60	—736,38	51,2
3. -	11 ,5	1520,87	6	9125,22	+ 40,24	69,0
4. -	10 ,6	1191,02	8	9528,16	+443,18	84,8
Mittel				9084,98		

Tafel V.

Säule von acht Elementen.

Ringe.	r.	r^3.	n.	$n.r^3$.	Δ.	$n.r$.
1. dunkle	19''',6	7529,54	1	7529,54	*	19,6
2. -	17 ,2	5088,45	3	15265,35	*	51,6
3. -	15 ,7	3869,89	5	19349,45	+ 128,47	78,5
4. -	14 ,2	2863,29	7	20043,03	+ 822,05	99,4
1. helle	18 ,6	6434,86	2	12869,72	*	37,2
2. -	16 ,4	4410,94	4	17643,76	—1577,22	65,6
3. -	14 ,9	3307,95	6	19847,70	+ 626,72	89,4
Mittel				19220,98		

Tafel VI.

Säule von acht Elementen.

Ringe.	r.	r^3.	n.	$n.r^3$.	Δ.	$n.r$.
1. dunkle	15 ,6	3796,42	1	3796,42	*	15,6
2. -	13 ,1	2248,09	3	6744,27	*	39,3
3. -	11 ,6	1560,90	5	7804,50	— 31,51	58,0
4. -	10 ,4	1124,86	7	7874,02	+ 38,01	72,8
5. -	9 ,6	884,74	9	7962,66	+126,65	86,4
1. helle	14 ,4	2983,10	2	5966,20	*	28,8
2. -	12 ,4	1906,62	4	7626,48	—209,53	49,6
3. -	11 ,0	1331,00	6	7986,00	+149,99	66,0
4. -	9 ,9	970,30	8	7762,40	— 73,61	79,2
Mittel				7836,01		

Digitized by Google

Tafel VII.

Säule von acht Elementen.

Ringe.	r.	r^3.	n.	$n.r^3$.	Δ.	n.r.
1. dunkle	17''',4	5268,02	1	5268,02	*	17,4
2. -	14 ,4	2983,10	3	8949,30	*	43,2
3. -	12 ,5	1933,12	5	9665,60	— 92,96	62,5
4. -	11 ,2	1405,93	7	9841,51	+ 82,95	78,4
5. -	10 ,3	1092,73	9	9834,57	+ 76,01	92,7
6. -	9 ,65	898,63	11	9884,93	+126,37	106,15
7. -	9 ,1	753,57	13	9796,41	+ 37,85	118,3
8. -	8 ,65	647,21	15	9708,15	— 50,41	129,75
1. helle	15 ,4	3652,26	2	7304,52	*	30,8
2. -	13 ,4	2406,10	4	9624,40	—134,16	53,6
3. -	11 ,7	1621,81	6	9730,86	— 27,70	70,2
4. -	10 ,7	1225,04	8	9800,32	+ 41,76	85,6
5. -	9 ,9	970,29	10	9702,99	— 55,57	99,0
6. -	9 ,35	817,40	12	9808,80	+ 50,24	112,2
7. -	8 ,85	693,15	14	9704,15	— 54,41	123,9
Mittel				9758,56		

Tafel VIII.

Säule von zwölf Elementen.

1. dunkle	18''',3	6128,49	1	6128,49	*	18,3
2. -	16 ,2	4251,53	3	12754,59	*	48,6
3. -	14 ,55	3080,27	5	15401,35	—171,54	72,75
4. -	13 ,1	2248,09	7	15736,63	+163,74	91,7
5. -	12 ,1	1771,56	9	15944,04	+371,15	108,9
6. -	11 ,2	1405,93	11	15465.23	—107,66	123,2
1. helle	17 ,1	5000,21	2	10000,42	*	34,2
2. -	15 ,6	3796,41	4	15185,64	—387,25	62,4
3. -	13 ,7	2571,25	6	15428,10	—144,79	82,2
4. -	12 ,55	1976,65	8	15813,20	+240,31	100,4
5. -	11 ,6	1560,90	10	15608,96	+ 36,07	116,0
Mittel				15572,89		

Tafel IX.

Säule von zwölf Elementen.

1. dunkle	21''',5	9938,37	1	9938,37	*	21,5
2. -	18 ,3	6128,48	3	18385,44	*	54,9
3. -	16 ,3	4330,74	5	21653,70	+158,78	81,5
4. -	14 ,5	3048,62	7	21340,34	—154,58	101,5
1. helle	19 ,6	7529,54	2	15059,08	*	39,2
2. -	17 ,4	5268,02	4	21079,08	—422,84	69,6
3. -	15 ,4	3652,26	6	21913,56	+418,64	92,4
Mittel				21494,92		

Digitized by Google

Tafel X.

Säule von zwölf Elementen.

Ringe.	r.	r^3.	n.	$n.r^3$.	Δ.	n.r.
1. dunkle	19''',4	7301,38	1	7301,38	*	19,4
2. -	17 ,0	4913,00	3	14739,00	*	51,0
3. -	15 ,1	3442,95	5	17214,75	+ 78,12	75,5
4. -	13 ,5	2460,37	7	17222,59	+ 85,96	94,5
5. -	12 ,4	1906,62	9	17159,58	+ 22,95	111,6
6. -	11 ,6	1560,89	11	17169,79	+ 33,16	127,6
1. helle	18 ,4	6229,50	2	12459,00	*	36,8
2. -	16 ,1	4173,28	4	16693,12	—443,51	64,4
3. -	14 ,2	2863,29	6	17179,74	+ 43,11	85,2
4. -	12 ,9	2146,69	8	17173,52	+ 36,89	103,2
5. -	12 ,0	1728,00	10	17280,00	+143,37	120,0
Mittel				17136,63		

Tafel XI.

Säule von sechszehn Elementen.

1. dunkle	15''',8	3944,31	1	3944,31	*	15,8
2. -	13 ,3	2352,77	3	7058,31	*	39,9
3. -	11 ,8	1642,93	5	8214,65	— 19,94	59,0
4. -	10 ,6	1191,02	7	8337,14	+102,55	74,2
5. -	9 ,7	912,67	9	8214,03	— 20,56	87,3
1. helle	14 ,0	2744,00	2	5488,00	*	28,0
2. -	12 ,7	2048,38	4	8193,52	— 41,07	50,8
3. -	11 ,1	1367,63	6	8205,78	— 28,81	66,6
4. -	10 ,1	1030,30	8	8242,40	+ 7,81	80,8
Mittel				8234,59		

Farbenringe auf Platin.

Tafel XII.

Säule von sechs Elementen.

1. dunkle	9''',5	857,37	1	857,37	*	9,5
2. -	7 ,6	438,98	3	1316,94	*	22,8
3. -	6 ,6	287,50	5	1427,50	— 17,95	33,0
4. -	6 ,0	216,00	7	1512,00	+ 56,55	42,0
1. helle	8 ,6	636,06	2	1272,12	*	17,2
2. -	7 ,0	343,00	4	1372,00	— 83,45	28,0
3. -	6 ,3	250,05	6	1500,30	+ 44,85	37,8
Mittel				1455,45		

In diesen Tafeln findet sich eine unzweifelhafte Uebereinstimmung der Werthe $n.r^3$; nur die Radien der äuſserſten Ringe geben abweichende Resultate, und sind deshalb nicht mit zur Berechnung des Mittels gezogen worden. In den Tafeln sind diese Ringe durch einen Stern bezeichnet.

Digitized by Google

Vom zweiten hellen Ringe an beginnt aber schon eine vollständige Bestätigung für das Gesetz der umgekehrt cubischen Verhältnisse der Radien. Der Grund für die Abweichung in der Weite jener äuſsersten Ringe ist ein doppelter. Erstens gilt die ganze zu Grunde gelegte Berechnung für die Annahme, daſs die Anode eine unendliche Ebene ist. Wird dieser Voraussetzung nicht genügt, so weichen die Strömungscurven mehr von der Gestalt der Geraden ab, indem sie ihre concave Seite der Anode zukehren; hierdurch muſs offenbar die Bleisuperoxydschicht schon bei einer geringeren Entfernung, als nach der Rechnung erwartet wird, dick genug seyn, um dem verlangten Vielfachen der Viertelwellenlänge des gelben Lichtes zu entsprechen, d. h. der Ring wird einen kleineren Radius erhalten. Zweitens ist die Ladung, welche die Platte annimmt, nicht überall gleich, sondern in der Mitte, wo die Intensität des Stromes die gröſsere ist, ebenfalls gröſser als an den Rändern der Platte. Hierdurch wird also der Niederschlag relativ an den Rändern stärker, folglich werden die Radien der Ringe auch durch diesen Einfluſs kleiner, als es die Rechnung erwarten läſst. Da die Ladungen indeſs nicht im geraden Verhältniſs der Stromintensitäten stehen, sondern von einer gewissen Intensität an asymptotisch zunehmen, so kann man diesen Einfluſs um so mehr verschwinden machen, jemehr man die Intensität der angewandten Säule vermehrt. In den vorstehenden Tafeln sind deshalb die Versuche nach der Anzahl der Elemente geordnet, aus welchen die jedesmal angewandte Säule zusammengesetzt war. Man sieht sogleich, daſs mit wenigen Ausnahmen die Versuche der Rechnung um so näher kommen, je gröſser die Anzahl der wirkenden Elemente war. In den ersten Versuchsreihen, wo der auſserwesentliche Widerstand ziemlich beträchtlich ist im Verhältniſs zum wesentlichen, macht sich der Einfluſs der Ladung so bemerkbar, daſs die Differenzen der gefundenen Werthe nr^3 vom Mittel sichtbar einem Gesetze folgen. Bei den späteren Versuchsreihen ist eine solche Gesetzmäſsigkeit nicht mehr wahrzunehmen.

Digitized by Google

Hr. du Bois-Reymond hat bereits darauf aufmerksam gemacht, daſs die Ladung auf unseren Platten wohl weniger einer Sauerstoffablagerung, als vielmehr der stärkeren oder schwächeren Bleisuperoxydschicht zuzuschreiben sey. Es könnte nach den Grundsätzen der Contacttheorie folgewidrig erscheinen, wenn einer dickeren Schicht eine gröſsere elektromotorische Thätigkeit zugeschrieben würde, als einer dünneren. Dem ist hier durchaus nicht so. Wenn z. B. eine Goldplatte als Anode mit dem Platin der Grove'schen Säule verbunden ist, und nun eine Ablagerung von Bleisuperoxyd beginnt, so wird diese Substanz nicht gleich eine zusammenhängende Schicht bilden, sondern seine Theilchen werden um so zerstreuter neben einander geordnet liegen, je schwächer die Intensität des Stromes an der betreffenden Stelle der Platte war. Der Elektrolyt dient demnach an einigen Stellen zur Verbindung der Zink-Platinkette (welche aus dem Zink der Grove'schen Kette und der als Kathode dienenden Platinspitze gebildet ist) mit der Platingoldkette, bald zur Verbindung der ersteren mit einer Platin-Bleisuperoxydkette. Die letztere Wirkung, welche dem Sinne der ursprünglich angewandten Säule wie eine Ladung entgegensteht, wird um so auffallender werden, je näher die Bleisuperoxydtheilchen aneinanderliegen, d. h. je dicker die bereits abgelagerte Schicht ist.

Um zu untersuchen, welche der beiden genannten Fehlern: die Endlichkeit der Platte und die Ladung, stärker auf das Ergebniſs der Versuche einflieſsen, lieſs ich eine kreisförmige Messingscheibe von einem Fuſs Durchmesser stark vergolden und poliren. Die Ringe, welche ich hierauf erhielt, dehnten sich zwar bis zu einem Halbmesser von mehr als drei Zollen aus, zeigten dann aber in den Verhältnissen ihrer Radien fast dieselben Unregelmäſsigkeiten, wie die auf kleineren Platten. Der Einfluſs der Ladung ist also weit vorherrschend vor dem der Endlichkeit.

Da Hr. Becquerel bei seinen Versuchen sich des Neusilbers zur Unterlage für die Farbenringe bedient hatte, so schien es mir wünschenswerth, meine bisherigen Messungen

Digitized by Google

an Platten aus edlem Metall mit solchen zu vergleichen, welche unter ganz gleichen Umständen, wie die des französischen Physikers, hergestellt worden waren. Namentlich war bei diesen Neusilberplatten kein so störender Einfluſs der Polarisation zu erwarten, als bei Gold und Platinflächen, welche der Ladung in weit höherem Grade fähig sind. Die Farbenringe, welche ich auf polirten Neusilberplatten darstellte, erschienen zuerst in sehr brillanter Färbung. Diese hielt sich aber, wegen der Oxydirbarkeit des Metalles, nur kurze Zeit; die Flächen wurden fleckig, und namentlich waren die Ringe in einfarbiger Beleuchtung durch Curven bezeichnet, welche von der Kreisgestalt durch vielfache Auszackungen abwichen. Die Neusilberplatten eignen sich demnach, wie die übrigen unedlen Metalle, nicht besonders für den vorliegenden Zweck, so daſs ich mich ihrer auch nicht weiter bediente; indeſs haben mich die Versuche mit denselben überzeugt, daſs auch hier das Gesetz der Cuben für das Verhältniſs der Radien maaſsgebend ist, und daſs es hier, wegen des geringeren Einflusses der Ladung, mit gröſserer Genauigkeit erreicht wird, als bei Platten aus edlem Metall. Eine Messung mag als Beleg hiefür dienen:

Tafel XIII.

Farbenringe auf Neusilber.

Ringe.	r.	r^3.	n.	nr^3.	Δ.	nr.
1. dunkle	21‴,9	10493,5	1	10493,5	*	21,9
2. -	17 ,8	5639,7	3	16917,2	−145,6	53,4
3. -	15 ,2	3511,8	5	17559,0	+496,2	76,0
4. -	13 ,5	2460,4	7	17222,6	+159,8	121,5
1. helle	20 ,2	8242,4	2	16484,8	−578,0	40,4
2. -	16 ,2	4253,5	4	17014,0	− 48,8	97,2
3. -	14 ,2	2863,3	6	17179,4	+116,6	113,6
Mittel				17062,8		

Endlich könnte noch eine dritte Ursache die äuſsersten Ringe dem Centrum näher rücken. Wenn nämlich die als Kathode wirkende Spitze nicht so sehr der Anode genähert ist, daſs diese Entfernung (m) verschwindend klein ist gegen die Radien, so würden wir nicht $n.r^3 = Const.$ haben,

Digitized by Google

sondern $n(r^2+m^2)^{\frac{3}{2}}=Const.$ Bei den obigen Versuchen ist die Entfernung m ganz unbeachtet gelassen. Ich stellte daher einige Versuche an, bei welchen die Spitze der Kathode zuerst unmittelbar mit der Anode in Berührung gebracht, dann an einem Statif die Klemme, welche die Anode trug, verschoben, und diese Erhebung gemessen wurde. Die Ringe nehmen bei diesen Versuchen mit wachsendem m an Breite zu, und werden folglich weniger zahlreich. Für den Werth $m=\infty$ müſsten natürlich die Platten ganz einfarbig erhalten werden, und in der That gelingt es, kleinere Platten dadurch mit einem ziemlich gleichmäſsigen Ueberzug zu versehen, daſs man die Kathode recht weit von ihnen entfernt. Noch besser erhält man solche Färbungen, wenn die Spitze in beträchtlicher Entfernung über der Platte herumgeführt wird; sie durch eine Platte zu ersetzen, ist deshalb nicht rathsam, weil dann der Niederschlag sehr heftig und mit der eigenen Farbe des Bleisuperoxyds eintritt, während man bei geringerer Intensität des angewandten Stromes seine Bildung regeln kann.

Mit Berücksichtigung des m erhielt ich an zweien Platten folgende Resultate:

Tafel XIV.

Ringe.	r.	m.	$(r^2+m^2)^{\frac{3}{2}}$.	n.	$n(r^2+m^2)^{\frac{3}{2}}$.	Δ.	$n.r$.
1. dunkle	15''',8	2,9	4145,30	1	4145,30	*	15,8
2. -	12 ,4		1906,65	3	5719,95	−136,98	37,2
3. -	10 ,2		1192,45	5	5962,25	+105,32	51,0
1. helle	13 ,8		2804,07	2	5608,14	*	27,6
2. -	11 ,2		1472,15	4	5888,60	+ 31,67	44,8
Mittel					5856,93		

Tafel XV.

Ringe.	r.	m.	$(r^2+m^2)^{\frac{3}{2}}$.	n.	$n(r^2+m^2)^{\frac{3}{2}}$.	Δ.	$n.r$.
1. dunkle	11''',2	3,7	1641,09	1	1641,09	*	11,2
2. -	8 ,6		820,59	3	2461,77	+ 8,65	25,8
3. -	7 ,0		496,36	5	2481,80	+ 28,68	35,0
1. helle	9 ,7		1118,94	2	2237,88	*	19,4
2. -	7 ,5		603,95	4	2415,80	− 37,32	30,0
Mittel					2453,12		

Hierbei ist die Annäherung schon beim zweiten dunklen Ringe vollkommen, ja sogar beim ersten hellen schon

ziemlich merklich. Gröſsere Entfernungen der Spitze von der Platte, als die angeführten, waren deshalb bei den benutzten Platten nicht anwendbar, weil dann der Fehler, welcher aus ihrer Endlichkeit hervorgeht, immer sichtbarer werden muſste.

Sowohl bei diesen, als den vorhergehenden Versuchsreihen, habe ich in der letzten Columne diejenigen Werthe angeführt, welche einer Constanten gleich seyn müſsten, wenn die Radien in der That im umgekehrten Verhältniſs der Dicken der abgelagerten Schichten ständen. Wie wenig dieses Gesetz durch meine Versuche eine Bestätigung findet, zeigt jede der Tafeln; der Fortschritt von einem Werthe zum anderen ist sogar so bedeutend, daſs z. B. in Tafel VII die Zahlen von 17,4 bis 129,75 variiren. Zu entscheiden, welche Umstände auf die Versuche des Hrn. E. Becquerel einen so auffallenden Einfluſs ausüben konnten, daſs man mit ihrer Berücksichtigung jene Versuche mit den von mir so eben mitgetheilten in Einklang bringen könnte, ist eine Aufgabe, deren Lösung ich mich nicht für gewachsen halte.

Dr. W. Beetz.

III. *Prismatische Zerlegung der Interferenzfarben; von J. Müller.*

Die Methode, welche ich in einem früheren Aufsatz (diese Annalen, Bd. 69, S. 98) zur prismatischen Zerlegung der Interferenzfarben angab, habe ich seitdem wesentlich verbessert.

Jene Methode bestand darin, durch eine feine Spalte einen Lichtstrahl in ein dunkles Zimmer fallen zu lassen, und diesen Lichtstrahl, nachdem er noch durch eine zweite, etwa 6 bis 12 Fuſs von der ersten entfernte Spalte gegangen war, durch ein Prisma zu zerlegen; das auf einem Papierschirm aufgefangene Spectrum wurde nun durch ein

Digitized by Google

Gypsblättchen betrachtet, welches in gehöriger Lage zwischen zwei Nicol'schen Prismen sich befand, und so erschienen dann die erwähnten schwarzen Streifen im Spectrum.

Ich habe diese Methode dahin abgeändert, daſs ich das zwischen den Nicols befindliche Gypsblättchen dicht vor oder dicht hinter die zweite Spalte bringe, so daſs nicht gewöhnliches Sonnenlicht, sondern solches, welches schon durch seinen Durchgang durch die Nicols und das Gypsblättchen modificirt worden ist, auf das Prisma fällt. Jetzt erscheinen die schwarzen Streifen ohne Weiteres im Spectrum, so daſs sie gleichzeitig von Vielen gesehen werden können, und zwar in einer Vollkommenheit, wie man sie kaum erwartet.

Die Figuren 2 und 3, Taf. I, stellen eine Vorrichtung dar, welche dazu dient, das Gypsblättchen und die Nicols vor oder hinter der zweiten Spalte gehörig aufzustellen. Die Nicols stecken sammt ihrer gewöhnlichen Fassung von Kork und Messing in Hülsen von Holz, wie man Fig. 3, Taf. I, sieht. Die Hülse *n*, in welcher das Nicol'sche Prisma *b* steckt, kann in eine Verlängerung der Hülse *c* eingeschraubt werden, nachdem man das zwischen runde Glasplatten gefaſste Gypsblättchen *o* eingelegt hat. Die hölzernen Hülsen können alsdann, wie man Fig. 3, Taf. I, sieht, auf ein Stativ gesteckt und an der geeigneten Stelle bei der zweiten Spalte aufgestellt werden.

Wenn die Streifen im Spectrum erscheinen sollen, so müssen die Schwingungsebenen des Gypsblättchens einen Winkel von 45° mit den Schwingungsebenen der Nicols, die Schwingungsebenen der beiden Nicols aber parallel oder gekreuzt seyn. Um die Gypsblättchen gleich richtig einlegen zu können, sind an der Holzhülse, welche das Nicol'sche Prisma enthält, Merkzeichen angebracht, wie man sie Fig. 4, Taf. I, sieht. Diese Figur stellt die Hülse *c* sammt ihrem Nicol, von *b* aus gesehen, dar, nachdem *n* abgeschraubt ist. *ff* sind zwei Merkzeichen auf dem äuſseren Rand der Hülse, deren Verbindungslinie den stumpfen Winkel des Nicols halbirt; die Verbindungslinie der Merkzeichen

Digitized by Google

gg halbirt den spitzen Winkel des Nicols. Die Merkzeichen *h* liegen so, daſs ihre Verbindungslinie *hh* den rechten Winkel von *ff* und *gg* halbirt. Aber auch auf den Glasplatten, zwischen welchen das Gypsblättchen sich befindet, muſs durch einen Diamantstrich die Richtung einer Schwingungsebene angegeben seyn, die man leicht im Polarisationsapparat finden kann. Man stelle den Zerlegungsspiegel so, daſs das Gesichtsfeld dunkel erscheint, und lege dann das zwischen runde Glasplatten, Fig. 5, Taf. I, gefaſste Gypsblättchen auf das mittlere Tischchen des Polarisationsapparats, so wird es im Allgemeinen hell erscheinen. Man drehe es nun so, daſs es auch dunkel erscheint, daſs es also nicht mehr depolarisirend wirkt, und mache dann auf die obere der beiden Glasplatten einen Diamantstrich, wie in Fig. 5, Taf. I, der durch den Mittelpunkt der Glasplatte geht, und der mit der Reflexionsebene des Polarisationsspiegels des Apparats zusammenfällt. Ist einmal der Strich auf der Glasplatte gemacht, so kann man leicht das Plättchen in richtige Stellung zwischen die Nicols bringen; man legt es nur so, daſs der Diamantstrich in der Richtung *hh*, Fig. 4, Taf. I, fällt, und schraubt dann die Hülse *n* mit dem Nicol *b* auf, bis die Glasplatten mit dem Gypsblättchen festgehalten sind.

Das zweite Nicol *b* muſs nun in seiner Hülse so gedreht werden, daſs die Halbirungslinie seines stumpfen Winkels mit der entsprechenden des Nicols *a* zusammenfällt oder rechtwinklich darauf steht.

Nehmen wir an, die Nicols seyen gekreuzt, so werden an bestimmten Stellen des Spectrums dunkle Streifen erscheinen. Dreht man nun das Nicol *b* um seine Axe, so werden die dunklen Streifen matter, die Stellen aber, wo vorher das stärkste Licht war, nehmen an Helligkeit ab, bis das Nicol um 45° gedreht ist, wo alsdann alle Streifen verschwunden sind. Dreht man abermals um 45° weiter, so erscheinen die Streifen wieder, aber jetzt an den Stellen, wo vorher das Maximum der Lichtstärke war; die Stellen, wo vorher die schwarzen Streifen lagen, sind jetzt die hellsten.

Digitized by Google

Dieser Gang der Erscheinung lieſs sich voraussehen, da die Farbe des Gypsblättchens bei gekreuzten Nicols die complementare von derjenigen ist, welche bei parallelen Nicols erscheint.

Um auch das Gypsblättchen in seiner Ebene drehen zu können, sind in der Holzbüchse *c*, da wo das Gypsblättchen liegt, von der Seite her zwei diametral gegenüberliegende Einschnitte gemacht, wie man Fig. 3, Taf. I, sieht.

Dreht man das Gypsblättchen in seiner Ebene, so werden die Streifen schwächer, sie verschwinden ganz, wenn man um 45° gedreht hat, erscheinen aber wieder an der früheren Stelle, wenn man abermals um 45° dreht.

Um die besprochenen schwarzen Streifen objectiv auf einem Schirme auffangen zu können, ist Sonnenlicht, ein dunkles Zimmer und ein Heliostat nöthig, wenn auch nur ein solches, welches man mit der Hand dreht; wenn man auf die objective Darstellung verzichtet, so kann man sie auch leicht mit Lampenlicht zeigen. Man bringt an dem Apparat Fig. 2, Taf. I, an einer geeigneten Stelle, am rechten oder linken Ende, oder auch dicht bei *o* zwischen den beiden Hülsen, einen dünnen Schirm, etwa von Kartenpapier, an, in welchem sich eine 1 Millim. breite Spalte befindet, der man am bequemsten eine verticale Stellung giebt; stellt alsdann den ganzen Apparat, Fig. 3, Taf. I, vor die Lampe und schauet nach der Spalte durch ein Flintglasprisma, welches in 1½ bis 2 Fuſs Entfernun gvon der Spalte aufgestellt ist, so wird man die Spalte in Form eines mit verticalen Linien durchzogenen Spectrums erblicken.

Der in Fig. 3, Taf. I, abgebildete Apparat enthält noch einen Theil, welcher bis jetzt noch nicht besprochen wurde; während nämlich in Fig. 2, Taf. I, nur auf der rechten Seite der Hülse *c* eine Hülse *n* angeschraubt ist, kann man an den Apparat, wie an Fig. 3, Taf. I, dargestellt ist, in derselben Weise auch auf der andern Seite eine solche Hülse und ein Nicol anschrauben. In dieser Form gewährt der Apparat den Vortheil, daſs man die Farben zweier Gypsblättchen gleichsam combiniren kann.

Digitized by Google

Bringt man nämlich in der gehörigen Lage auf jeder Seite des mittleren Nicols ein Gypsblättchen an; schiebt man dann auf jeder Seite ein Nicol ein, so wird das jetzt durch den Apparat gegangene Licht eine Combination der Farben beider Gypsblättchen seyn.

Ist nämlich das Licht durch das erste Nicol, das Gypsblättchen und das zweite Nicol gegangen, so hat es eine bestimmte Farbe; dieses farbige polarisirte Licht fällt nun auf das zweite Gypsblättchen und geht durch das dritte Nicol, es wird also hier eine zweite Zerlegung erleiden; in dem Spectrum werden sowohl die schwarzen Streifen erscheinen, welche das erste Gypsblättchen für sich giebt, als auch die, welche das zweite Gypsblättchen für sich allein zeigt.

Zeigt z. B. das eine Gypsblättchen das Violett zweiter Ordnung, während das andere so dick ist, daſs es keine Farbe mehr zeigt, daſs es weiſs erscheint, so wird die Combination beider Farben ohne prismatische Zerlegung sich nicht vom Violett zweiter Ordnung unterscheiden lassen, bei der prismatischen Zerlegung erscheinen aber eine Menge schwarze Streifen, welche uns belehren, daſs das Violett hier eine Combination des Violetts zweiter Ordnung mit einer weit höheren Ordnung ist, denn das Violett für sich kann nur einen dunklen Streif in's Gelbe geben. Dieser dunkle Streif, ein Gelb, welches von dem Violett zweiter Ordnung herrührt, deckt die hellen Zwischenräume der dunklen Linien im Gelb zu, welche von den andern Gypsblättchen erzeugt werden.

Wir haben hier eine Erscheinung, welche einige Analogie mit der Farbe der Joddämpfe zeigt. Wäre das Violett der Joddämpfe nicht eine complicirte Farbe, so würde es nicht so viele schwarze Streifen bei seiner Zerlegung zeigen können, denn eine Interferenzfarbe, welche viele schwarze Streifen liefert, ist ein Weiſs höherer Ordnung. Da die Joddämpfe eine Färbung nebst vielen schwarzen Streifen zeigen, so muſs ihre Farbe nothwendig eine Combination einer Farbe anderer Ordnung mit einem Weiſs

Digitized by Google

höherer Ordnung seyn, wenn überhaupt die Farbe des Joddampfes eine Interferenzerscheinung seyn soll.

In vielen Fällen, ja in den meisten, können wir die natürlichen Farben der Körper nicht auf einfache Interferenzfarben niederer Ordnung zurückführen, während es möglich wäre, daſs sie sich als Combinationen mehrerer Interferenzfarben darstellen lieſsen. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, hat ein Apparat, mit Hülfe dessen man wirklich die Combination zweier Interferenzfarben erzeugen und prismatisch zerlegen kann, ein neues Interesse.

Freiburg, im Februar 1847.

IV. *Neues Mittel zur Erleuchtung von Mikrometerfäden.*

In den *Comptes rendus*, *T. XXIV*, *p.* 321, macht Herr Arago den Vorschlag, welchen vor ihm, wie er sagt, schon Savary und Capocci im Sinne gehabt, aber nicht ausgeführt hatten, galvanisch glühende Drähte statt der durch Lampenlicht beleuchteten Fäden zu den Mikrometern und Fadenkreuzen astronomischer Fernröhre anzuwenden. Hr. Forment hat nach seiner Angabe einen Apparat der Art angefertigt, bei welchem die Drähte durch einen mit der Volta'schen Kette verbundenen Wheatstone'schen Rheostat in beliebigem Grad in's Glühen versetzt, und, durch Federn, trotz der Verschiedenheit der Temperatur, immer gerade ausgespannt gehalten werden. Herr Arago hat sich durch einen directen Versuch überzeugt, daſs die sehr nahe beim rothglühenden Draht befindlichen Bilder kein merkliches Zittern zeigen und auch keine bleibende Ablenkung von dem Belaufe einer Secunde erleiden. Ueberdieſs hat er durch Hrn. Breguet einen andern Apparat anfertigen lassen, in welchem die gewöhnlichen Fadenkreuze durch einen daneben, auſserhalb des Fernrohrs, befindlichen und galvanisch glühenden Draht beleuchtet werden.

Digitized by Google

V. *Ueber Darstellung des Weiſs aus Complementarfarben und über die optischen Erscheinungen, welche in rotirenden Polarisationsapparaten sich zeigen; von H. W. Dove.*

1) Darstellung des Weiſs durch Drehung.

Obgleich die Vertheilung der prismatischen Farben auf den Sectoren eines Kreises von Newton selbst herrührt (*Optice prop. VI, probl.* 2), welcher darauf die unter dem Namen »Newton'sche Regel« bekannte Methode gründete, in einer Mischung von ursprünglichen Farben bei gegebener Quantität und Qualität einer jeden die Farbe der zusammengesetzten zu bestimmen, so scheinen doch erst im Jahr 1762 Scopoli und Muschenbroek auf den Gedanken gekommen zu seyn, sectorenweise bemalte Scheiben in Drehung zu versetzen, um das durch Rechnung erhaltene Resultat anschaulich zu machen. Voigt in seinen Versuchen über farbiges Licht, Farben und ihre Mischung [1]), und Lüdicke in der sehr ausführlichen experimentellen Arbeit über die Mischung prismatischer Farben [2]) haben die möglichen Combinationen in groſser Vollständigkeit untersucht, und später hat Plateau gezeigt, daſs zwei Farben, wenn sie eine in der Mitte stehende Mischungsfarbe hervorbringen sollen, auf ungleiche Sectoren in der Art vertheilt seyn müssen, daſs der schwächere Eindruck der weniger lebhaften durch seine längere Dauer compensirt werden müsse. Bei der Unmöglichkeit, die homogenen Farben des Spectrums durch Pigmente wiederzugeben, wird das resultirende Weiſs nie rein. v. Münchow erhielt dieſs zuerst dadurch, daſs er ein Prisma in eine rasch schaukelnde Bewegung versetzte, und das hin- und herschwan-

1) Gren, neues Journal, Bd. 3, S. 235.

2) Gilbert's Annalen, Bd. 34, S. 1.

Digitized by Google

kende Spectrum auf einer weiſsen Wand auffing. Dasselbe Ergebniſs, nämlich eine weiſse Mitte mit stehenbleibenden Farbenrändern (wo nämlich stets nur die Gränzfarben hinfallen) erhält man durch Drehung eines Prisma's um seine Axe, eine Modification des Münchow'schen Verfahrens, welche, so viel ich weiſs, von Steinheil herrührt. Um den totalen Reflex zu vermeiden, muſs natürlich eine Fläche des Prisma's mattgeschliffen und geschwärzt seyn.

Seitdem Brewster durch prismatische Analyse des Grüns der ersten Ordnung gezeigt hat, daſs es ein ganz anderes Spectrum giebt als das Grün der Pflanzen, und dieselbe Untersuchung auf die Absorptionsspectra von 150 farbigen Medien ausgedehnt hat, muſs die Newton'sche Annahme, daſs die natürlichen Farben Interferenzfarben sind, in ihrer Allgemeinheit als widerlegt betrachtet werden, wenn sie für einzelne Fälle vielleicht auch richtig seyn mag. Auch stimmt in der That die prismatische Analyse der durch Gypsblättchen erzeugten Polarisationsfarben, wie sie von Müller (Annal., Bd. 69, S. 98) gegeben ist, nicht mit irgend bekannten Spectris durchsichtiger Medien überein. Es ist daher wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, daſs man die complementaren Newton'schen Ringe durch Pigmente werde wiedergeben können. Dennoch hat es Interesse nachzuweisen, daſs die Farben, von denen die Theorie zeigt, daſs sie in aller Strenge complementar sind, schnell an derselben Stelle nach einander gesehen, in uns die Vorstellung des Weiſs hervorrufen.

Ich wähle hierzu die Polarisationsfarben wegen ihrer Lebhaftigkeit, wegen der Mannigfaltigkeit ihrer Combinationen, endlich wegen der Leichtigkeit, mit welcher an ihnen die Erscheinungen sich darlegen lassen.

Auf dem dreiseitigen Prisma des von mir in diesen Annalen, Bd. 35, S. 569, beschriebenen Polarisationsapparates wurden zwei, mit den übrigen Ständern gleich hohe Ständer aufgesetzt, in deren feststehenden Ringen hohle Rollen vermittelst des Schnurlaufes eines Schwungrades mit zwei Rinnen in eine schnelle Drehung versetzt werden

Digitized by Google

können. Beide Rollen können sich in gleichem Sinne drehen, aber auch durch Kreuzung der einen Schnur in entgegengesetztem. In die hohlen Rollen können auf beide Seiten derselben Nicol'sche Prismen oder Turmaline, circularpolarisirende Glimmerblättchen oder geschliffene Krystallplatten eingeschraubt werden. Die Collectivlinse des Apparates wird so gestellt, daſs sie in der polarisirenden Vorrichtung, sie mag nun stillstehen oder rotiren, das Licht einer Argand'schen oder monochromatischen Lampe concentrirt. Das dreibeinige Stativ des Apparates steht fest in drei Vertiefungen eines horizontalen Brettes, auf welchem senkrecht das Schwungrad sich unmittelbar unter dem verschiebbaren Prisma befindet, so daſs der Beobachter es bei dem Durchsehen durch die analysirende Vorrichtung bequem selbst drehen kann. Die Erscheinungen waren folgende:

1) Das bei dem Stillstehen des polarisirenden Nicols vollständig geradlinig polarisirte Licht verhält sich, so wie derselbe in schnelle Drehung versetzt wird, ganz wie natürliches. Durch ein doppelt brechendes Prisma untersucht, giebt es bei langsamer Drehung desselben stets Bilder von gleicher Helligkeit. Die intensive complementare Färbung der übergreifenden Ränder dieser beiden Bilder bei Einschaltung eines Gypsblättchens, eines Glimmers oder einer dünnen Scheibe eines Bergkrystalls verschwindet vollständig. Die bei langsamer Drehung der polarisirenden Vorrichtung die Farben des Spectrums durchlaufende Mitte des Ringsystems des Bergkrystalls erscheint bei schneller Drehung vollkommen farblos, wobei es gleichgültig ist, ob der Krystall ein rechts oder links gewundener ist, und in welchem Sinne die Drehung geschieht.

2) Die complementaren Ringsysteme um die Axe sowohl positiver als negativer einaxiger Krystalle neutralisiren sich vollständig zu Weiſs. Dieſs gilt in gleicher Weise von dem von der Farbenfolge der Newton'schen Ringe so abweichenden Ringsystem des Apophyllit. Die pracht-

Digitized by Google

vollen isochromatischen Curven eines auf die Halbirungslinie der optischen Axen senkrecht geschliffenen Salpeters, Arragonits, Topases verschwinden eben so vollständig als die complicirten Systeme der Krystalle, wo die für die verschiedenen Farben verschiedenen Axenpaare sehr ungleiche Neigung gegen dieselbe Halbirungslinie haben (Seignettensalz), oder in derselben Ebene um verschiedene Halbirungslinien liegen (Gyps), oder endlich in verschiedenen Ebenen um dieselbe Halbirungslinie (Borax). Dasselbe gilt, wenn, wie bei dem Zucker, die Platte senkrecht auf eine optische Axe geschliffen ist. Eben so verschwinden die durch ein liegendes Kreuz durchschnittenen Farbencurven um die gemeinsame Halbirungslinie der Axen gleich dicker combinirter Platten von Glimmer oder Arragonit, die geradlinigen Interferenzlinien combinirter Compensationsplatten von Bergkrystall, endlich sämmtliche Farbenerscheinungen gekühlter und gepreſster Gläser.

3) Von dem wirklichen Vorhandenseyn des Zustandes der Polarisation einerseits und der Farbencurven andererseits kann man sich, wie schnell auch die Drehung seyn mag, leicht überzeugen. Man braucht nur an die Stelle der Lampe eine sich selbst entladende Kleist'sche Flasche zu setzen, um den im Dunkel rotirenden Nicol für einen Augenblick zu beleuchten und die Rotation in scheinbare Ruhe zu verwandeln [1]).

1) Bei dieser Gelegenheit möchte ich an einen von mir in den Berichten der Academie, 1841, S. 252, beschriebenen Versuch erinnern, welcher bei den vielfachen Discussionen über das Binoculärsehen wohl einige Berücksichtigung verdiente. Ich stellte ein Stereoskop so auf, daſs die beiden Zeichnungen desselben von einer Lampe gleich hell beschienen waren. An die Stelle der Lampe wurde nun eine Lane'sche Flasche gestellt, welche stets nach bestimmten Zeitintervallen sich entlud. Dadurch wurde es möglich, auf die momentane Erscheinung sich vorzubereiten. Ich sowohl als Andere, denen ich diese Versuche zeigte, sahen vollkommen deutlich das Relief, mitunter aber auch die beiden Projectionen, aus denen es entsteht. Ich kann nicht läugnen, daſs ich eine erhebliche Schwierigkeit darin finde, dieſs Resultat mit der Annahme

Digitized by Google

4) Bei monochromatischer Beleuchtung verschwinden die dunkeln Interferenzlinien in einer gleichförmigen Färbung. Sondert man bei einem zweiaxigen Krystall vermittelst eines durch Kobalt gefärbten Glases das rothe Ringsystem von dem violetten, so verschwinden beide während der Drehung in einer ungesonderten Mischungsfarbe, wobei es gleichgültig ist, ob, wie bei dem Salpeter, die rothen Axen den kleineren Winkel bilden, oder wie bei dem kohlensauren Blei die violetten.

5) Alle Erscheinungen bleiben dieselben, wenn das aus der rotirenden linear polarisirenden Vorrichtung austretende Licht circular oder elliptisch analysirt wird.

6) Dasselbe gilt, wenn vor dem polarisirenden rotirenden Nicol ein im Azimut 45° circular polarisirendes Glimmerblättchen fest aufgestellt ist.

7) Läſst man das aus dem rotirenden Nicol austretende Licht auf einen Metallspiegel fallen, so verhält es sich nach der Reflexion von demselben wie natürliches. Die in einer Kalkspathplatte bei langsamer Drehung des Ni-

zu vereinigen, daſs man sich abwechselnd der Ansichten beider Augen bewuſst werde, oder mit der des Hrn. Bruecke daſs wir aus der Veränderung des Convergenzpunktes der Augenaxen auf einen Körper schlieſsen, indem wir abwechselnd die näheren und die entfernteren Theile desselben in's Auge fassen. Allerdings ist es überraschend, daſs wir den concreten Begriff einer Körperlichkeit durch Combination zweier Abstractionen erhalten, gegründet auf Eindrücke, die nicht den Millionten Theil einer Secunde dauern, aber nach dem Gelingen des oben angeführten Versuches kann man nicht daran zweifeln, daſs wir bei einem Blitz Körper als Körper sehen. Eine interessante Modification jenes Versuches ist folgende. Betrachtet man den Reflex einer Lichtflamme in einem kreisförmig polirten Deckel, so sieht man bekanntlich eine Lichtlinie, je nach der Neigung des Deckels, entweder lothrecht oder sehr schief geneigt gegen die Oberfläche desselben. Vertauscht man die Lichtflamme mit dem Funken einer sich selbst entladenden Flasche, so sieht man diese stereoskopische Lichtlinie als Weg zweier Funken, die sich entweder im Durchschnittspunkt der Fläche begegnen, als von ihm nach entgegengesetzten Richtungen hin ausgehen. Die Erklärung der Erscheinung liegt darin, daſs wir uns der Beleuchtung des Randes nicht in demselben Momen bewuſst werden als der der Mitte.

Digitized by Google

cols sichtbaren Ringsysteme neutralisiren sich also bei schneller Drehung ebenfalls zu Weiſs.

8) Die Zwillingsverwachsungen der Krystalle geben zu sehr verwickelten Farbenphänomenen Veranlassung. Besonders schön sieht man dieſs an Kalkspathplatten, welche senkrecht geschliffen sind auf die Axe des einschlieſsenden Individuums. Ich habe einige derselben früher künstlich nachgebildet, indem ich zwischen zwei genau centrirte einfache Kalkspathplatten ein Glimmerblättchen von bestimmter Dicke einschaltete (Annalen, Bd. 35, S. 594). Da nun die natürlichen Zwillingsplatten bei langsamer Drehung ihre Farbenerscheinungen ununterbrochen in jedem Quadranten ändern, so fragte es sich, ob auch diese verwickelten Farbenfiguren sich bei schneller Drehung zu Weiſs neutralisiren. Dieſs gelang bei einem natürlichen Zwilling, obgleich es äuſserst schwierig ist, die Platte für diesen Zweck vollständig zu centriren. Eine einfache Platte behält, wenn sie auch noch so schnell zwischen den stehendbleibenden Nicol gedreht wird, hingegen ihr Ringsystem unverändert.

Das Centriren muſs für die Nicol'schen Prismen ebenfalls wenigstens in der Weise erfüllt seyn, daſs man nicht über die Gränzlinie des hellen und dunklen Raums abwechselnd hinwegsieht. Bei Turmalinen ist ein solches genaues Centriren viel weniger nöthig.

9) Wenn die Drehungsgeschwindigkeit innerhalb jedes ganzen Umlaufs stetig zu- oder abnimmt, so treten die Phänomene ein, welche theilweise polarisirtes Licht zeigt. Die Polarisationsebene desselben liegt in der Richtung des Minimums der Geschwindigkeit.

10) Polarisirt man das auf den rotirenden Nicol einfallende Licht durch Reflexion vollständig linear, so erscheint das aus dem Nicol austretende Licht theilweise in der ursprünglichen Ebene polarisirt. Der Grund ist leicht einzusehen. Stellt man den analysirenden Nicol so, daſs man die reflectirten Newton'schen Ringe von einem schwarzen Kreuz durchschnitten sieht, ehe die

Drehung beginnt, so nimmt die Helligkeit bei der Drehung bis 90° fortwährend ab, und wird dann Null, so daſs man das Ringsystem mit weiſsem Kreuz gar nicht erblickt. Bei schneller Drehung sieht man daher ein Ringsystem mit schwarzem Kreuz.

11) Daſs dieſs der Grund der Erscheinung ist, geht daraus hervor, daſs wenn man das auf den rotirenden Nicol einfallende Licht circular polarisirt, man die Erscheinungen eines unpolarisirt austretenden Lichtes erhält, ist hingegen das einfallende Licht elliptisch polarisirt, eines sehr schwach theilweise polarisirten. Im ersten Falle kann man sich das circulare Licht bestehend vorstellen aus zwei Bündeln gleicher Intensität, die rechtwinklig auf einander polarisirt sind, und in ihrem Gange um den vierten Theil einer Undulation verschieden sind, im letzten als zusammengesetzt aus circularem und linearem.

Die eben angeführten Versuche bilden den Uebergang zu einer interessanten Reihe von Erscheinungen, welche aus der Combination der Phänomene entstehen, welche bei der Rotation als Resultante nicht weiſses Licht geben, sondern die Erscheinungen des circularen, elliptischen und geradlinig polarisirten Lichts in ihren Verbindungen mit natürlichem.

12) Dreht man die linear polarisirende und analysirende Vorrichtung mit gleicher Geschwindigkeit nach entgegengesetzter Richtung, so sieht man das Ringsystem, welches man erhält, wenn beide im Zustand der Ruhe im Azimut 45° gegen einander aufgestellt sind. Besonders deutlich zeigt sich dieſs bei monochromatischer Beleuchtung einer durch Kochsalz gelbgefärbten Weingeistflamme. Der Grund dieser im ersten Augenblick auffallenden Erscheinung erhellt sogleich, wenn man bedenkt, daſs, wenn nur eine Vorrichtung rotirt, die analysirende oder die polarisirende, bei einem ganzen Umlauf zwei Mal die Arme des weiſsen Kreuzes an dieselbe Stelle fallen als die des schwarzen, und eben so die dunkeln Interfe-

Digitized by Google

renzlinien mit den hellen Coïncidenzlinien nach einander genau an derselben Stelle wechseln. Rotiren hingegen beide Vorrichtungen nach entgegengesetzter Richtung, so fällt das Ringsystem mit dem weiſsen Kreuz auf die Punkte 0°, 90°, 180°, 210°, während das Ringsystem mit dem schwarzen Kreuz den Punkten 45°, 135°, 225°, 315° entspricht. Da die hellen Arme des weiſsen Kreuzes mit den farbigen Zwischenräumen des dunkeln zusammenfallen, so addiren sich die Eindrücke beider, und man erhält die angegebene Erscheinung. Ist die Umdrehungsgeschwindigkeit beider Rollen genau dieselbe, so erscheint die Figur feststehend, ist sie hingegen etwas verschieden, so dreht sich die Figur langsam, weil die Coïncidenzpunkte allmälig sich ändern.

13) Dreht man die linear polarisirende und analysirende Vorrichtung schnell mit gleicher Geschwindigkeit nach derselben Richtung, so verwandelt sich das lineare Ringsystem in das, welches man erhält, wenn ohne Rotation circularpolarisirtes Licht circular analysirt wird. Stehen die Nicols vor Beginn der Drehung so, daſs man im Kalkspath das schwarze Kreuz sieht, so erhält man bei der Drehung die Newton'schen reflectirten Ringe mit schwarzem Mittelpunkt ohne Kreuz, sieht man hingegen bei dem Zustand der Ruhe das weiſse Kreuz, so erhält man bei der Rotation die durchgelassenen Ringe mit weiſsem Mittelpunkt. Drehen sich die polarisirende und analysirende Vorrichtung nicht mit gleicher Geschwindigkeit, so sieht man die sonderbare Erscheinung, daſs die reflectirten Newton'schen Ringe mit schwarzem Mittelpunkt und die durchgelassenen mit weiſsem Mittelpunkt fortwährend in bestimmten Zeitintervallen mit einander an derselben Stelle des Gesichtsfeldes abwechseln.

14) Dreht man die circularpolarisirende Vorrichtung und läſst die linearanalysirende stehen, so erhält man bei jeder Geschwindigkeit die in den Quadranten absetzen-

Digitized by Google

den Ringsysteme genau so bei der Drehung als bei der Ruhe. Eben so hat es keinen Einfluſs auf die Erscheinung, ob eine circularpolarisirende und circularanalysirende Vorrichtung in gleichem oder entgegengesetztem Sinne gedreht werden, oder beide stillstehen. Dieſs ist bekanntlich eben das charakteristische der Circularpolarisation. Dreht man aber eine circularpolarisirende Vorrichtung in entgegengesetztem Sinn als die linearanalysirende, so erhält man schwächer dieselbe Erscheinung, als wenn man eine linearpolarisirende und linearanalysirende in entgegengesetzter Richtung dreht (12).

15) Läſst man die circularpolarisirende Vorrichtung stehen und dreht die linearanalysirende, so erhält man ein schwaches Ringsystem ohne Kreuz mit einem grauen, von einem dunkleren Kreise umgebenen Mittelpunkt. Der Sinn der Rotation ist dabei gleichgültig.

16) Dreht man die circularpolarisirende Vorrichtung in demselben Sinn wie die linearanalysirende, so erhält man dieselbe Erscheinung schwächer, welche man sieht, wenn man eine linearpolarisirende und eine linearanalysirende Vorrichtung in demselben Sinne dreht, bei nicht gleicher Rotationsgeschwindigkeit daher die alternirenden Ringsysteme (13).

17) Dreht man zwischen den stehenbleibenden Nicols das die circulare Polarisation im Azimut 45° gebende Glimmerblättchen der polarisirenden Vorrichtung, so erhält man als Resultante aller Erscheinungen des elliptischen, circularen und geradlinig polarisirten Lichtes, bei linearer Analyse die Erscheinungen des theilweise geradlinig polarisirten Lichts, bei circularer Analyse die einer Mischung natürlichen und circularen Lichtes, d. h. im ersten Falle das Ringsystem mit einem dunkeln Kreuz, im letzten die in den Quadranten verschobenen Ringe, aber matt. Bei allen Versuchen waren die Nicols gekreuzt, ehe die Rotation begann.

18) Es ist so schwierig vermittelst eines Schnurlaufes zwei Glimmerblättchen oder zwei Nicols entweder in eine

Digitized by Google

genau gleiche oder genau entgegengesetzte Drehungsgeschwindigkeit zu versetzen, daſs bei den Versuchen, wo bei stehendbleibenden Nicols die Glimmerblättchen rotiren, oder bei stehendbleibenden Glimmerblättchen die Nicols, immer die Stellung der Blättchen oder der Nicols gegen einander sich etwas veränderte, und daher die Phänomene des elliptischen Lichtes sich stets mit denen des circularen vermischten. Für diese Erscheinung müſste daher die Drehung durch Räderwerke geschehen.

19) Gekühlte Gläser zwischen feststehenden Nicols in ihrer Ebene rotirend neutralisiren sich eben so wenig zu Weiſs als Platten zweiaxiger Krystalle, welche um die Halbirungslinie ihrer optischen Axen als Drehungsaxe gedreht werden.

2) Darstellung des Weiſs durch Uebereinanderlegen complementarer Bilder.

Während bei den bisherigen Versuchen die Vorstellung des Weiſs dadurch hervorgerufen wird, daſs die Netzhaut nach einander den Eindruck complementarer Farben empfängt, kann diese Vorstellung auch dadurch entstehen, daſs wir gleichzeitig an derselben Stelle die complementaren Farben ununterbrochen sehen. Die homogenen prismatischen Farben verhalten sich zu den unreinen Pigmenten bei dem Uebereinanderlegen genau so wie bei der Drehung. Eben so wenig wie auf dem gewöhnlichen Farbenkreisel aus den bemalten Sectoren ein reines Weiſs entsteht, eben so wenig kann hier aus der innigen Mischung farbiger Pulver dieses hervortreten. Aber so wie dort das oscillirende Prisma das Weiſs wirklich darstellt, so tritt dieſs eben so entschieden an den Stellen hervor, welche nach Auſsen in weiſser Beleuchtung den äuſsersten Ring der Newton'schen Farbenringe begränzen. Hier erscheint in homogener Beleuchtung noch eine Unzahl von hellen und dunkeln Ringen, und es wäre widersinnig die Erklärung, welche vollkommene Rechenschaft für die Farben der Mitte der Ringe giebt, deswegen aufzugeben, weil sie

Digitized by Google

für die äuſseren Ringe auf Weiſs führt. Dasselbe gilt für die in weiſser Beleuchtung in einer bestimmten Entfernung von der Mitte der isochromatischen Curven bei Polarisationsversuchen nicht sichtbaren Curven, die in homogener Beleuchtung mit der gröſsten Bestimmtheit hervortreten. Hieher gehören auch die weiſsen Ringe um die Axe des Apophyllit.

Versteht man unter prismatischer Achromasie alle die Methoden, vermittelst deren durch Dispersion entwickelte Farben wiederum in der Weise vereinigt werden, daſs sie den Eindruck des Weiſsen hervorrufen, so werden sie im Allgemeinen unter folgende drei sich zusammenfassen lassen:

1) Die homogenen Farben treten durch Brechung noch nicht vollständig aus einander, sondern fallen an bestimmten Stellen noch übereinander. Dieſs ist die weiſse Mitte des Spectrums einer groſsen Oeffnung.

2) Die bereits getrennten homogenen Farben werden auf irgend eine Weise sämmtlich auf dieselbe Stelle projicirt. Hieher gehört:

   a) Das Verfahren von Wünsch [1]), die Spectra verschiedener Prismen, welche aus derselben Glassorte unter gleichen Winkeln geschliffen sind, auf dieselbe Stelle zu werfen.

   b) Das in Pouillet *traité*, 2 *edit.*, *II*, *p.* 294, beschriebene, durch kleine Metallspiegel die verschiedenen Farben desselben Spectrums an einer Stelle zu vereinigen.

   c) Dasselbe Verfahren vermittelst eines groſsen Hohlspiegels (Muschenbroek, *Introd. ad ph. nat.*, §. 1817.

   d) Dasselbe vermittelst einer Sammellinse (Newton, *Optice*, *I. prop. V*, *theor.* 4, *exp.* 10.

   e) Der Newton'sche Versuch die neben einanderfallenden Spectra vieler parallelen Spalten durch Entfernen derselben vom Prisma zum Decken zu bringen.

1) Versuche über die Farben des Lichtes, 1792.

3) Die gegen einander geneigten Strahlen der verschiedenen homogenen Farben werden parallel gemacht:

a) vollständig, indem zwei gleiche Prismen mit nach entgegengesetzten Seiten gekehrten Winkeln die Wirkung eines Parallelglases hervorbringen;

b) vollständig, indem man das objective, auf die Wand projicirte Spectrum subjectiv durch ein zweites gleiches Prisma betrachtet, dessen Brechungswinkel nach derselben Seite gekehrt ist (Newton, *Optice, l. II, prop. V, exp.* 11), oder indem man, (Goethe Farbenlehre, I, S. 136) dasselbe Prisma subjectiv benutzt, welches das objective Spectrum erzeugt;

c) unvollständig durch achromatische Prismen und Objectivlinsen von verschiedenen Glassorten;

d) unvollständig durch achromatische Oculare, in welchen die Wirkung einer biconvexen Linse ersetzt wird durch zwei von einander getrennte Convexlinsen derselben Glassorte.

Die dritte Methode unterscheidet sich von der zweiten dadurch, daſs die Achromasie der zweiten nur am Kreuzungspunkte der Strahlen stattfindet, die der letzteren hingegen überall, wo das austretende Licht aufgefangen wird.

Dieselben Methoden lassen sich ziemlich in gleicher Weise für die Polarisationsfarben anwenden.

Der ersten Methode entspricht genau die weiſse Mitte der durch einen doppeltbrechenden Körper nicht vollständig getrennten Bilder einer von polarisirtem Licht beleuchteten Oeffnung, deren getrennte Ränder nach Einschaltung eines Gypsplättchens mit den lebhaftesten Complementarfarben erscheinen. Die Erscheinung tritt in gleicher Weise, aber complicirter, an den vier Bildern einer Oeffnung hervor, durch welche natürliches Licht einfällt und im Innern eines Bergkrystallprismas total reflectirt wird, wenn man das austretende Licht nach eingeschalteten Gypsplättchen durch einen Nicol analysirt.

Zu der zweiten Methode müssen alle die Fälle gerechnet werden, wo von vier entstehenden Bildern zwei com-

Digitized by Google

plementare zusammenfallen, welche aber in der That bereits gesondert waren. Am einfachsten erhält man dieſs, wenn man zwei gleich groſse Längenspalten so vor einen doppeltbrechenden Krystall aufstellt, daſs die mittleren Bilder einander genau decken. Die bei Einschaltung des Krystallplättchens complementar gefärbt im Nicol erscheinenden Seitenbilder stehen gleich weit ab von dem weiſsbleibenden Bilde in ihrer Mitte. Entfernt man sich etwas, so löst sich diese sogleich in zwei complementare Bilder auf. Dasselbe Phänomen zeigt sich deutlich in den idiocyclophanischen Krystallen, z. B. im Arragonit. Das eingeschlossene Krystallindividuum vertritt die Stelle des dünnen Plättchens, die hintere Seite des umschlieſsenden Individuums giebt die polarisirende Vorrichtung, die andere die analysirende. Da diese aber selbst zwei Bilder giebt, so bedarf es nur einer Oeffnung, die, durch den Zwilling aus bestimmter Entfernung betrachtet, farblos in der Mitte zweier complementar gefärbter Nebenbilder erscheint. Da die krystallographischen Axen beider Individuen parallel liegen, so entsteht die Erscheinung einfach dadurch, daſs die durch die optischen Axen gelegte Ebene des inneren einen Winkel bildet mit der durch die optischen Axen des einschlieſsenden Individuums gelegten. Läſst man polarisirtes Licht durch ein Gypsplättchen gehen, und fängt es dann auf einen Hohlkegel auf, der natürliches, seiner Axe parallel einfallendes, in allen Ebenen polarisiren würde, so ist das in einem Punkte der Axe concentrirte Licht weiſs. Dieſs ist das Analogon zu dem prismatischen Weiſs des Hohlspiegels.

Wenn das Wesen der dritten Methode prismatischer Achromasie darin besteht, daſs Farben, welche durch eine bestimmte Vorrichtung entstanden sind, dadurch wieder verschwinden, daſs dieselbe Vorrichtung in entgegengesetzter Weise auf diese entstandenen Farben wiederum angewendet wird, so giebt folgender Versuch aus dem Gebiete der Complementarfarben dazu ein Analogon [1]).

1) Die interessanteste Darstellung des Weiſs ist wohl die durch zwei centrirte Platten eines positiven und negativen Krystalls, welche jede für sich nicht complementare Ringsysteme von gleichem Durchmesser geben.

Digitized by Google

Das durch Reflexion von einem Spiegel vollständig polarisirte Licht ging zuerst durch ein gekühltes Glas und dann durch zwei Glassätze hindurch, von denen die Brechungsebene des einen in der Spiegelungsebene des polarisirenden Spiegels lag, die des anderen senkrecht darauf. Wenn jede der beiden analysirenden Vorrichtungen so gegen den einfallenden Strahl geneigt ist, daſs sie einen unpolarisirt einfallenden gleich stark polarisiren würde, so erscheint das gekühlte Glas vollkommen farblos. Bei der geringsten Veränderung der einen oder der andern Vorrichtung, entweder durch Neigung oder durch Hinzufügung einer neuen Glasscheibe, treten sogleich die complementaren Bilder hervor, je nachdem die eine oder die andere analysirende Vorrichtung überwiegt. Dieſs giebt ein sehr einfaches Mittel ab, zwei auf einfache Brechung gegründete Polarisationsapparate in Beziehung auf ihre Wirksamkeit mit einander zu vergleichen, und die von Brewster aufgestellten Sätze über Abhängigkeit der Polarisation von Anzahl der Scheiben, Brechkraft derselben und Incidenz des Lichtes darzulegen.

3) Darstellung des Weiſs durch Uebereinanderlegen objectiver und subjectiver Farben.

Auf das glänzende Knöpfchen eines Kaleidophon lieſs ich das Licht einer Kerze fallen und regulirte durch allmäliges Schlieſsen der Fensterladen das Tageslicht so, daſs neben dem orangegelben, durch Reflex der Kerze entstehenden Lichtpunkt ein gleich heller von weiſsem Tageslicht fiel. Ich setzte nun den Stab, welcher das Knöpfchen trug, in schwingende Bewegung, und erhielt auf diese Weise zwei genau gleiche Lichtlinien, eine objectiv orange, die andere prachtvoll blau subjectiv gefärbt. Die Durchschnittspunkte dieser Curven schienen mir nicht vollständig weiſs, auch Hrn. Plateau nicht, dem ich vor mehren Jahren diesen Versuch zeigte, welchen Hr. Radicke, Optik, II, S. 456, bereits als von mir angestellt angeführt hat.

Digitized by Google

4) Darstellung des Weiſs aus Complementarfarben auf den Netzhäuten beider Augen [1]).

In die Seitenwände eines Stereoskop schnitt ich zwei runde Oeffnungen, die sich bei dem Hineinsehen deckten. Die Spiegel des Stereoskops waren unbelegt. Vor denselben wurde ein Glimmerblatt von gleichmäſsiger Dicke eingeschaltet, und dieſs durch zwei Nicols betrachtet, deren Polarisationsebenen auf einander senkrecht standen, so daſs man beim Schlieſsen des linken Auges mittels des rechten die complementare Farbe von der sah, welche man beim Schlieſsen des rechten mit dem linken wahrnahm. Bei dem Sehen mit beiden Augen erschien die Oeffnung farblos. Hingegen ist es mir nie gelungen ohne Stereoskop die mit den beiden Nicols entstehenden Farbenbilder eines gekühlten Glases zum Decken zu bringen, wenn dieſs vor einem Polarisationsspiegel sich befand.

5) Darstellung des Grau durch Absorption vermittelst gefärbter Gläser.

Es ist klar, daſs wenn man durch gleichmäſsige Absorption der verschiedenen Theile des Spectrums auf weiſses Licht wirkt, das resultirende Licht ein getrübtes Weiſs seyn muſs. Dieſs habe ich nie durch Combination zweier Gläser erhalten, aber sehr gut durch Combination eines bläulichgrünen, gelben und violetten. Bei Tage erscheint die Trübung durchaus farblos, so intensiv auch die Färbung der einzelnen Gläser ist, bei dem Licht einer Lampe zieht sie hingegen etwas in ein schmutziges Grün. Da das Spectrum einer solchen Lampe ein anderes ist als das des weiſsen Tageslichts, so muſs natürlich eine Combination, welche für weiſse Beleuchtung farblos ist, für eine gefärbte es zu seyn aufhören.

1) Diesen Versuch habe ich in den Berichten der Academie 1841, S. 251, beschrieben.

Digitized by Google

VI. *Ueber subjective Farbenerscheinungen bei einem Farbenkreisel, und eine darauf gegründete Methode, seine Umdrehungsgeschwindigkeit zu bestimmen; von H. W. Dove.*

Bei dem Diploskop, welches Graf Schaffgotsch (Ann. Bd. 54, S. 193) beschrieben hat, wird eine in der Mitte getheilte ruhende Scheibe, deren eine Hälfte roth, die andere grün gefärbt ist, durch zwei vor die Augen gehaltene Röhren so betrachtet, daſs das eine Auge nur rothes Licht erhält, das andere nur grünes, und zwar so lange, bis sich der Eindruck abstumpft. Setzt man dann die Scheibe in schnelle Drehung, so sieht das Auge, welches Roth betrachtet hatte, nur Grün, das, welches dem Grün zugewandt war, nur Roth. Für die beiden nach einander sich nun dem Auge darbietenden Eindrücke ist nämlich das Auge nicht mehr gleich empfänglich, abgestumpft für den einen, und, nach der Ansicht einiger Physiker, doppelt empfänglich für den Eindruck des Contrastes. Bei den folgenden Versuchen werden hingegen dem Auge zuerst zwei Farben dargeboten, dann wird einem Theile der Netzhaut plötzlich der Eindruck einer Farbe entzogen, und man sieht dann an dieser Stelle die andere Farbe in gröſster Lebhaftigkeit.

Auf einen schnell rotirenden Farbenkreisel wurde eine Scheibe gelegt, welche einen gelben und blauen Sector im Gröſsenverhältniſs von 1 : 4 enthielt, um ein in der Mitte stehendes Grün als Mittelfarbe zu geben. Ich bewegte nun ein dunkles Stäbchen von der Dicke eines dünnen Bleistifts über die in gleichförmiger Mischungsfarbe erscheinende Scheibe parallel mit sich selbst fort, und sah den Stab als ein Stabgitter mit abwechselnd blauen und gelben äuſserst lebhaften gefärbten Speichen. Die gröſsere Breite der gelben Speichen zeigt sogleich, daſs, wenn der Stab Blau verdeckt, man Gelb sieht, so wie er hingegen über Gelb gelangt,

langt, Blau. Mit zunehmender Geschwindigkeit der Fortbewegung des Stabes treten die Speichen weiter auseinander, welches ebenfalls eintritt, wenn bei gleichbleibendem Fortrücken des Stabes die Drehungsgeschwindigkeit des Kreisels abnimmt. Es ist nicht schwer die Anzahl der Speichen zu zählen, und da diese so oft sich vervielfältigen als der Stab von einer Farbe zur andern übergeht, so giebt die Anzahl der blauen Speichen, wenn nur ein gelber Sector vorhanden ist, unmittelbar die Anzahl der Umdrehungen des Kreisels in einer gegebenen Zeit. Umgekehrt kann man aus der bekannten Rotationsgeschwindigkeit des Kreisels einen Rückschluſs machen auf die Geschwindigkeit eines geradlinig fortrückenden Körpers.

Der Grund für die Vervielfältigung des Stabes ist von Plateau aus dem Roget'schen Princip früher entwickelt worden, die Anwendung auf Farben, so viel ich weiſs, noch nicht gemacht.

Die Wahl der Farben ist nicht gleichgültig, wie folgende Vergleichung zeigt:

Schwarzer Stab

orange blau	Mischung	roth	schwach	sichtbar
roth grün	-	braun	nicht	-
gelb roth	-	tieforange	gut	-
blau roth	-	blau	nicht	-
weiſs schwarz	-	fast weiſs	schwach	-

Weiſser Stab

blau gelb	schwach	sichtbar
schwarz weiſs	nicht	-
blau roth	nicht	-
gelb roth	schwach	-
roth grün	nicht	-
blau orange	nicht	-

Bei Schwarz und Weiſs stört besonders das bei abnehmender Geschwindigkeit eintretende Flimmern.

Bewegt man den Stab vor einer, nach Fechner's Angabe (Ann., Bd. 45, S. 227, Taf. III, Fig. 7), spiralförmig mit zwei Farben bemalten rotirenden Scheibe vorbei, so

Digitized by Google

scheinen die Speichen des erscheinenden Gitters vom Rande nach der Mitte zu sich büschelförmig zu erweitern.

Es ist klar, daſs ganz dieselbe Erscheinung sich zeigt, wenn man, während der unbewegte Stab vor der rotirenden sectorenweise bemalten Scheibe sich befindet, das Auge schnell zur Seite bewegt, als wenn bei ruhendem Auge der Stab parallel mit sich fortrückt. Ein solcher unbewegter Stab ist die senkrechte Axe des Kreisels. Bewegt man daher den Kopf rasch zur Seite, so sieht man die Axe des Kreisels ebenfalls als farbiges Stabgitter.

Auf einem andern Grund beruht folgende Erscheinung. Bewegt man vor einer rotirenden sectorenweise bemalten Scheibe, über welche kein Stift hervorragt, und welche man etwa aus der Entfernung von 5 Fuſs betrachtet, das Auge schnell zur Seite, indem man mit dem Kopfe schüttelt, so sieht man die Mischungsfarbe auf der Seite der Scheibe, welche sich in demselben Sinne als der Kopf bewegt, in ihre Componenten auflösen, weil zwischen dem bewegten Auge und der rotirenden Scheibe zwar nicht relative Ruhe eintritt, doch eine Annäherung an dieselbe. Bei einer Scheibe, bei welcher drei gelbe Sectoren und drei blaue im Verhältniſs von 1 : 4 mit einander abwechselten, erschienen die Sectoren in der Weise verändert, als wenn man eine Viaduct sähe, dessen Bögen gelb angestrichen sind, während die Zwischenräume zwischen den Pfeilern tief blau erschienen. Im Gegensatz der gewöhnlichen Darstellungsart kann man dieſs eine subjective Focale nennen.

Auf solchen unbewuſst erfolgenden schnellen Aenderungen der Sehrichtung beruht es wahrscheinlich, wenn man aus der Mischungsfarbe einer rotirenden Scheibe mitunter plötzlich die componirenden Farben momentan hervorblitzen sieht.

Digitized by Google

VII. *Beschreibung eines Stephanoskop; von H. W. Dove.*

Bei der groſsen Schwierigkeit, concentrische Kreislinien mit einem Diamant in hinlänglicher Schärfe und Gleichförmigkeit auf Glas zu ziehen, werden auf diese Weise construirte Stephanoskope immer mangelhaft. Man erhält die Höfe hingegen in gröſster Reinheit, wenn man ein aus parallelen kurzen geraden Linien (1200 auf den Zoll) bestehendes stark irisirendes Gitter, wie sie Hr. Oertling verfertigt, rasch in seiner Ebene dreht, und durch das rotirende Gitter nach einer kleinen hell beleuchteten Oeffnung sieht. Man erhält in weiſser Beleuchtung deutlich acht rothe Ringe.

VIII. *Ueber Depolarisation des Lichtes; von H. W. Dove.*

Es ist bekannt, daſs wenn Sonnenlicht durch eine Oeffnung auf eine noch so vollkommen spiegelnde Fläche fällt, man den beleuchteten Fleck nicht nur in der Reflexionsebene wahrnimmt, sondern auch in andern Ebenen. Während das Licht daher in der Einfallsebene gröſstentheils gespiegelt ist, wird ein Theil desselben in den anderen Ebenen zerstreut. Von diesem zerstreuten Licht hat Arago gezeigt, daſs es stets in der Ebene polarisirt ist, in welcher es wahrgenommen wird. Fällt hingegen natürliches Licht senkrecht auf eine rauhe Fläche, z. B. eine weiſse Wand, so wird es in allen Ebenen gleichmäſsig zerstreut, in keiner regelmäſsig reflectirt, und zeigt keine Spur von Polarisation, welche erst immermehr hervortritt, je schiefer es auf die rauhe Fläche einfällt. Das von einer spiegeln-

Digitized by Google

den Fläche zerstreute Licht unterscheidet sich also von dem von einer rauhen zerstreuten. Ist eine rauhe Fläche mit einer durchsichtigen spiegelnden bedeckt, so tritt dieser Unterschied deutlich hervor. Betrachtet man zum Beispiel ein mit einem glänzenden Firniſs überzogenes Gemälde mit einem Nicol'schen Prisma, so verschwindet der Glanz des Firniſs und man sieht in jeder Stellung das Bild deutlich. Derselbe Unterschied rauher und spiegelnder Flächen tritt hervor in ihren depolarisirenden Eigenschaften, wenn man nämlich unter Depolarisation die Zurückführung des polarisirten Lichtes auf den Zustand des natürlichen versteht. Läſst man senkrecht auf eine rauhe Fläche, z. B. eine weiſse Wand oder ein Bogen Papier, geradlinig polarisirtes Licht fallen, so zeigt es sich vollkommen depolarisirt. Am einfachsten sieht man diese Erscheinung, wenn man die senkrecht auf einander polarisirten Spectra eines Bergkrystallprismas auf eine solche Fläche fallen läſst, und das aus dem Uebergreifen des violetten Endes des einen über das rothe des andern resultirende Purpurroth mit einem Nicol'schen Prisma analysirt. Bei dem Drehen desselben zeigt es nicht die geringste Farbenänderung. Diese Depolarisation zeigt sich in gleicher Weise wenigstens fast eben so stark auf der rauhen Innenfläche mit einem glatten Ueberzuge bekleideter Körper. Sie erstreckt sich bei senkrechter Incidenz auch auf das circulare und elliptische Licht. Ist hingegen der auffangende Körper ein durchsichtiger oder undurchsichtiger Spiegel (eine Glasscheibe, ein schwarzer Spiegel oder ein ebener Metallspiegel), so zeigt sich das Licht, welches an dieser Fläche zerstreut wird, in keiner Ebene vollständig depolarisirt.

Von diesen Versuchen, welche ich vor acht Jahren der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin mittheilte, weiſs ich nicht, ob sie damals neu waren, oder in wiefern sie es jetzt noch sind. Sie sollen hier nur den Uebergang bilden zu Erscheinungen der Depolarisation, welche im Detail auf die sie bedingenden Elemente zurückgeführt werden können.

Nach dem Gesetze der Reciprocität muſs, da natürliches, auf einen doppeltbrechenden Körper fallendes Licht in zwei gleiche Mengen senkrecht auf einander polarisirten Lichtes getheilt austritt, die Vereinigung solcher gleichen Mengen unpolarisirtes geben. Darüber sind alle Physiker einig, nicht aber darüber, wie man sich natürliches Licht vorzustellen habe. Brewster nimmt an, daſs im polarisirten Licht die Schwingungsrichtungen in einer Ebene liegen, im theilweise polarisirten in zwei unter einem spitzen Winkel gegen einander geneigten, im natürlichen in zwei auf einander senkrecht stehenden, die meisten Physiker hingegen, daſs im natürlichen Licht gleichviel Schwingungsrichtungen in allen durch den Strahl gelegten Ebenen sich finden, im theilweise polarisirten ungleich viele, im polarisirten alle in eine Ebene fallen. Während Brewster seine Ansicht durch seine umfassende Arbeit über theilweise Polarisation und Compensation des polarisirten Lichtes zu bewähren gesucht hat, muſs es auffallen, daſs man bisher nicht einmal versucht hat, ein natürliches Licht nach der Definition in allen Ebenen gleichmäſsig vertheilter Schwingungen herzustellen. Ich habe dieſs auf folgende Weise versucht.

In eine 4‴ dicke Glasplatte von 3″ Durchmesser wurde ein abgekürzter Hohlkegel eingeschliffen, dessen kleinerer Kreisschnitt etwa 14‴ Durchmesser hatte, der gröſsere 17‴. Die Grundflächen des Glases wurden um den Rand der Kreisschnitte mattgeschliffen und geschwärzt, und der gröſsere Kreisschnitt mit einer Glasfläche bedeckt, auf welche ein kreisförmiges Staniolblatt von 14‴ Durchmesser so aufgeklebt war, daſs sein Mittelpunkt in die Axe des abgekürzten Kegels fiel. Der Winkel des Kegels an der Spitze betrug 70° 50′. Kehrt man diese Vorrichtung der Sonne zu, so daſs die Strahlen lothrecht auf die Grundfläche des Kegels fallen, so werden sie in dem ringförmigen Zwischenraume zwischen dem Staniolblatt und der dunkeln Bekleidung der Scheibe eindringen und auf die spiegelnde Fläche des Hohlkegels unter 30° 25′ geneigt treffen, daher in

Digitized by Google

allen die Kegelfläche tangirenden Reflexionsebenen polarisirt werden und sich nach der Reflexion in einem Punkte der Axe kreuzen. Dieser Punkt fiel bei der angewendeten, von Hrn. **Oertling** ausgeführten Vorrichtung gerade in die Ebene der kleinen Kegelöffnung, und wurde sichtbar, wenn man ihn hier mit einer weiſsen Papierfläche auffing. Da wegen der depolarisirenden Wirkung dieser rauhen Fläche das polarisirte Licht depolarisirt werden würde, so konnte nur untersucht werden, daſs es unpolarisirt auffiel. Dieſs geschah dadurch, daſs vermittelst eines Satzes Glasscheiben das auf den Kegel auffallende Licht polarisirt wurde, und zwischen dem Glassatze und dem Kegel ein Glimmerblatt eingeschaltet wurde. Der Punkt blieb farblos.

IX. *Ueber eine optische Täuschung bei dem Fahren auf der Eisenbahn; von H. W. Dove.*

Es ist eine bekannte Erfahrung, daſs die, welche zum ersten Male auf einer Eisenbahn fahren, in der Regel darüber erstaunen, wie klein die Gegenstände, bei denen sie vorbeifahren, z. B. Menschen, Pferde, Gesträuche erscheinen. Der Grund dieser Erscheinung liegt gewiſs darin, daſs man die ungewohnte Geschwindigkeit des Fortrückens in horizontaler Richtung mit der Vorstellung über die Höhe der Gegenstände combinirt, und diese daher als zu klein beurtheilt. Vor einigen Jahren hatte ich Gelegenheit die umgekehrte Beobachtung zu machen. Ich fuhr durch ziemlich enge Durchschnitte des Kohlengebirges in einem groſsen Wagen, der nicht in Coupés abgetheilt war. Nachdem ich die Augen lange auf die schnell vorüberfliegenden Gebirgswände gerichtet hatte, wandte ich sie zurück auf die Innenseite des Wagens, der nun, indem ich zugleich noch die Wände im Auge behielt, den Eindruck eines hohen, mit gewölbtem Dache versehenen Saales machte. Die Ableitung dieser Täuschung aus demselben Princip bietet sich von selbst dar.

Digitized by Google

X. *Ueber die Construction zweier Inclinatorien und einige damit angestellte Beobachtungen; vom Inspector Meyerstein zu Göttingen.*

Durch Hrn. Geheimen Hofrath Gauſs veranlaſst, habe ich mich seit Robinson's Tode ernstlich mit der Anfertigung von Inclinatorien beschäftigt. Die Construction der von mir ausgeführten Instrumente weicht von der Robinson'schen in sofern ab, daſs bei meinen Instrumenten der Kreis die Nadel nicht umgiebt, so daſs dieselbe ohne irgend ein Hinderniſs ganz frei in einem Glasgehäuse schwingt.

Die Gründe gegen die frühere Einrichtung sind:

1) Daſs der Kreis, welcher, wie bei jenen Instrumenten, die Nadel umgiebt, möglicherweise eine Spur von Eisen enthalten könne.

2) Da dieser Kreis nur um ein Geringes gröſser seyn darf als die Länge der schwingenden Nadel, um mit gehöriger Schärfe ablesen zu können, so wird bei dem kleinen Intervalle zwischen der Nadelspitze und dem Kreise die freie Bewegung der ersteren durch ein Staubtheilchen oder ein Fäserchen leicht gehemmt werden können.

Bei meinen Instrumenten dient dieselbe Grundplatte, auf welcher die zwei Säulen stehen, welche die Pfannenhebel und die Lagerplatten für die Nadel tragen, auch zur Aufnahme eines zweiten Paares von Säulen, welche unter sich durch einen massiven Kupferstab verbunden und mit ersteren parallel sind. Die Entfernung dieses Stabes von der schwingenden Nadel beträgt 35 Millimeter, und in seiner Mitte ist der Verticalkreis mit einliegender Alhidade befestigt, welche sich auf bekannte Weise um eine horizontale Axe drehen läſst. Diese mit zwei Nonien versehene Alhidade trägt zwei einander diametral gegenüberliegende Mikroskope, welche zur Beobachtung des Standes der Nadel dienen, und es sind ihre Mitten um die Nadellänge von

einander entfernt. In der Brennpunktsebene der Mikroskope befindet sich ein Glasmikrometer, so daſs man die kleinen Schwingungen und Anomalien, welche die Nadel bei den wiederholten Aufheben und Niederlassen der Pfannenhebel zeigt, an diesem gleich beobachtet, ohne daſs man nöthig hat deshalb die Alhidade zu drehen, mit welcher, wie schon gesagt, die Mikroskope fest verbunden sind. — Der Kreis und die Alhidade, welche zur Ablesung der Neigung der Nadel dienen, sind fast um ein Drittel kleiner als die Nadel selbst, denn man kann schon an einem sorgfältig getheilten fünf- bis sechszölligen Kreise weit geringere Theile ablesen, als den Einstellungen der Nadel entspricht. Die Theilung des Kreises zu den von mir verfertigten Inclinatorien ist direct in 15 Minuten und vermittelst der Nonien in 20 Secunden.

Was die Aufstellung und Orientirung des Instrumentes betrifft, so habe ich die Einrichtung beibehalten, wie man sie an Robinson's und Gambey's Instrumenten findet.

Auf folgende Correctionen ist indessen bei meinen Instrumenten besonders Rücksicht genommen:

1) Um die Krystalllager, auf welchen die Nadel schwingt, in Eine Ebene zu bringen und diese horizontal zu stellen. (Resultate des magn. Vereins, 1841, S. 14.)
2) Um den Mittelpunkt des Kreises mit der Axe der Nadel centrisch zu machen.
3) Die Kreisebene mit der Ebene parallel zu stellen, in welcher die Nadel schwingt.

Ich gebe am Schlusse dieses Aufsatzes eine Reihe von Beobachtungen, welche ich theils in den Anlagen der hiesigen Sternwarte an demselben Platze, wo Hr. Geheime Hofrath Gauſs seine Inclinationsbestimmungen gemacht hat, theils in meinem Garten angestellt habe. In jeder Lage der Nadel, d. h. wenn das Zeichen derselben gegen Ost oder West gerichtet war, ist dieselbe drei Mal vermittelst der Pfannenhebel aufgehoben. Die in der Spalte »*Oben* — *Unten*« sind die am Mikrometer abgelesene Zahlen, deren Mittel zur Seite steht. Ein Theil des Mikrometers beträgt

Digitized by Google

2' 43". Die Spalte mit der Ueberschrift »*Reducirter Winkel*« enthält die unmittelbaren Ablesungen an dem Verticalkreise, von welchen die Mittel der abgelesenen Mikrometertheile subtrahirt sind. — Das erste Instrument dieser Construction habe ich schon im Jahre 1842 ausgeführt.

In der jüngsten Zeit bin ich mit einem neuen Inclinatorium beschäftigt, welches rücksichtlich der Einfachheit und viel geringeren Kosten jenem in mancher Hinsicht vorzuziehen ist, und die Versuche über die Ablesungen des Standes der Nadel zeigen, daſs diese kaum etwas zu wünschen übrig lassen.

Aus den oben angegebenen Gründen lasse ich die Nadel in ihrem Glasgehäuse frei schwingen. Die hintere Wand dieses Gehäuses besteht aus einer polirten Glastafel, in deren Mitte ein Loch von 40 Millimeter Durchmesser ist. Auf der Rückwand dieses Spiegels, jedoch unter der Folie, ist eine Kreistheilung. Die Einrichtung der Pfannenhebel habe ich so gewählt, daſs die Inclinationsnadel nur um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Millimeter von der vorderen Fläche des Spiegels entfernt zu seyn braucht, so daſs man sowohl das reflectirte Bild der Nadel, wie auch die Theilung und die Nadel selbst fast mit gleicher Schärfe sieht, und demnach jede Parallaxe verhüten kann. Bei einem auf diese Art getheilten Kreise von acht Zoll im Durchmesser, bei welchem die Nadelspitzen als Indices dienen, kann man, wenn die Theilung des Kreises nicht gröber als 15 Minuten ist, mit Sicherheit einzelne Minuten schätzen. Da bei dieser Einrichtung der Spiegel sich zwischen den Pfannenhebeln befindet, so ist ein so groſses Loch, wie oben angegeben, nöthig, damit man die Nadel mit Sicherheit und Bequemlichkeit in die Pfannenhebel legen kann. Für die Aufstellung und Orientirung habe ich auch hier die schon erwähnte Einrichtung beibehalten. Ein solches Instrument, jedoch nur mit einer $5\frac{1}{2}$zölligen Nadel und einem eben so groſsen getheilten Kreise, habe ich im März 1846 für den Hrn. Baron von Waltershausen zu seiner Reise nach Island angefertigt.

Göttingen, im Januar 1847.

Hr. Inspector Meyerstein hat dieser Notiz mehre Reihen von Beobachtungen zum Belege der Güte seines Inclinatoriums beigefügt. Ich hebe aus diesen zwei, an einem Tage mit zwei Nadeln angestellte Reihen als besonders diesem Zwecke entsprechend hervor. Die übrigen gewähren eine gleich befriedigende Uebereinstimmung. *P.*

Digitized by Google

July 18. 2h 20′ Nachmittags 1846. Nadel 1.

Azim. Kreis.	Verticalkreis.	Mikroskope. Oben.		Unten.		Reducirter Winkel.
		B. Nord.				
		West.				
180° 0′	337° 16′ 0″	11,0		12,08		
	16′ 20″	10,97	11,01	11,77	12,02	
		11,07		12,20		
		Ost.				
		9,77		10,73		W. 66° 50′ 9″
		11,05	10,79	12,15	11,82	66° 47′ 49″
		11,55		12,58		O. 66° 45′ 29″
		West.				
		7,57		8,12		
		7,28	7,29	7,92	7,94	
		7,02		7,77		
		Ost.				
0° 0′	23° 0′ 0″	17,03		15,02		
	0′ 0″	17,15	16,93	15,33	15,01	
		16,60		14,68		
		West.				
		13,12		13,70		O. 67° 38′ 20″
		11,78	12,27	9,57	11,01	67° 35′ 3″
		11,90		9,77		W. 67° 31′ 46″
		Ost.				
		10,92		9,13		
		14,50	13,72	12,67	11,00	
		15,75		11,20		
		A. Nord.				
		Ost.				
0° 0′	22° 30′ 5″	17,40		14,75		
	30′ 0″	16,72	17,04	14,22	14,38	
		17,00		14,48		
		West.				
		17,82		15,43		O. 68° 12′ 43″
		18,50	18,32	15,83	15,76	68° 14′ 29″
		18,65		16,02		W. 68° 16′ 15″
		Ost.				
		17,03		14,33		
		16,97	17,01	14,50	14,52	
		17,03		14,72		
		West.				
180° 0′	338° 5′ 0″	13,77		14,17		
	5′ 10″	13,95	13,82	13,98	14,08	
		13,75		14,10		
		Ost.				
		15,12		15,60		W. 67° 25′ 32″
		15,57	15,36	16,00	15,84	67° 24′ 7″
		15,38		15,93		O. 67° 22′ 42″
		West.				
		15,38		15,80		
		14,92	14,93	15,40	15,42	
		14,50		15,05		

$i = 67° 30′ 22″$.

Digitized by Google

July 18. 3h 30' Nachmittags 1846. Nadel 2.

Azim. Kreis.	Verticalkreis.	Mikroskope. Oben.		Mikroskope. Unten.		Reducirter Winkel.
		B. Nord.				
		West.				
180° 0'	337° 29' 55"	15,80		17,00		
	30' 0"	15,45	15,74	16,55	16,89	
		15,97		17,12		
		Ost.				
		12,13		12,02		W. 66° 43' 17"
		11,75	12,13	11,30	11,81	66° 50' 21",5
		12,50		12,1		O. 66° 57' 26"
		West.				
		18,43		19,50		
		17,80	17,40	19,00	18,68	
		15,97		17,55		
		Ost.				
0° 0'	22° 51' 20"	16,10		14,92		
	51' 0"	16,57	16,38	15,03	14,97	
		16,48		14,97		
		West.				
		9,75		7,18		O. 67° 50' 24"
		10,13	9,73	7,45	7,01	67° 40' 59"
		9,30		6,40		W. 67° 31' 34"
		Ost.				
		15,53		14,40		
		15,43	15,51	14,13	14,33	
		15,58		14,45		
		A. Nord.				
		West.				
0° 0'	22° 14' 0"	11,05		10,55		
	14' 0"	11,27	11,22	9,98	10,38	
		11,35		10,47		
		Ost.				
		13,08		10,35		W. 68° 15' 47"
		13,50	13,20	10,50	10,26	68° 16' 50"
		13,03		9,92		O. 68° 17' 53"
		West.				
		11,53		10,45		
		11,57	11,56	10,75	10,73	
		11,57		10,95		
		Ost.				
180° 0'	338° 3' 55"	15,23		16,67		
	4' 20"	14,67	14,77	16,05	16,13	
		14,40		15,68		
		West.				
		16,32		15,58		O. 67° 20' 56"
		16,50	16,36	16,00	15,72	67° 20' 44",5
		16,25		15,60		W. 67° 20' 33"
		Ost.				
		15,47		16,60		
		15,50	15,66	17,12	17,05	
		16,00		17,42		

$i = 67° 32' 13'',8$.

Digitized by Google

XI. *Reduction der Schwingungen eines Magnets auf den luftleeren Raum. Anwendung des Kupfers zu Magnetgehäusen* [1]). *Mitgetheilt von Dr. Lamont.*

In den verflossenen Herbstmonaten hat Hr. Prof. Kuhn an der hiesigen Sternwarte eine Reihe magnetischer Versuche ausgeführt, an denen ich vom Anfange ebenfalls Theil genommen habe, und die jetzt noch, so weit es wegen anderer Geschäfte möglich ist, fortgesetzt werden sollen. Da bei der eingetretenen ungünstigen Jahreszeit vorauszusehen ist, daſs längere Zeit vergehen wird, bis die Vollendung zu Stande kommt, und eine vollständige Darstellung der Ergebnisse durch Hrn. Prof. Kuhn selbst erfolgen kann, so habe ich mich entschlossen, seinem Wunsche entsprechend, hier vorläufig ein Paar Resultate zu erwähnen, die zunächst auf *erdmagnetische Messungen* Anwendung finden. Bei dem gegenwärtigen Stande der Untersuchungen, die auf Erdmagnetismus sich beziehen, und den vielen Unternehmungen, die eben jetzt im Gange sind, ist es, wie ich glaube, zweckmäſsig und wünschenswerth, daſs alle auf die Anstellung oder Reduction der Beobachtungen bezüglichen Umstände sobald als möglich zur öffentlichen Kenntniſs gebracht werden.

Ein Theil der von Hrn. Prof. Kuhn und mir vorgenommenen Versuche hatten den Zweck, die Reduction der Schwingungsdauer eines Magnets auf den luftleeren Raum zu bestimmen. Ich habe schon vor mehreren Jahren auf den Umstand aufmerksam gemacht, daſs, um *absolute* Intensitätsbeobachtungen im strengen Sinne des Wortes zu erhalten, die Schwingungsdauer auf den luftleeren Raum reducirt werden müsse. Der schwingende Magnet setzt näm-

1) Eine kurze Anzeige der hier mitgetheilten Resultate wurde in der K. Academie der Wissenschaften zu München (November-Sitzung der II. Klasse, 1846) vorgetragen.

Digitized by Google

lich die ihn zunächst umgebende Luft ebenfalls in Bewegung, und es entsteht eine Vermehrung der schwingenden Masse, wodurch die Schwingungsdauer gröſser wird. Wie viel dieser Einfluſs der Luft betragen könne, läſst sich auf theoretischem Wege auch nicht annähernd ermitteln, und es bleibt nichts übrig, als durch Beobachtungen in Luft von verschiedener Dichtigkeit den Betrag unmittelbar zu bestimmen. Zu diesem Zwecke hingen wir einen Magnet von der Gröſse, wie sie gewöhnlich bei magnetischen Theodoliten gebraucht werden (85 Millimeter Länge, 8 Grm. Gewicht), unter dem Recipienten einer Luftpumpe auf; neben dem Magnete befand sich ein Thermometer, um die Temperatur (welche beim Auspumpen oder Einlassen der Luft sehr beträchtlich sich ändert) zu bestimmen. Die Beobachtungen wurden so eingerichtet, daſs abwechselnd in verdünnter und in gewöhnlicher Luft die Schwingungsdauer bestimmt wurde. Da der Magnet beständig, und zwar ziemlich viel an seiner Kraft verlor, so wurde bei Berechnung der Resultate jede Beobachtung mit dem arithmetischen Mittel aus der vorhergehenden und folgenden combinirt.

Setzte man die Schwingungsdauer im leeren Raume $= T$, und unter dem Luftdrucke p (in Par. Zoll.) $= T\left(1+\frac{p}{28}\alpha\right)$, so ergaben sich die Werthe von α, wie folgt:

August 24.	$\alpha = 0{,}00030$
	$\alpha = 0{,}00037$
August 25.	$\alpha = 0{,}00030$
	$\alpha = 0{,}00034$
Mittel	$\alpha = 0{,}00033$.

Bei der nahen Uebereinstimmung sämmtlicher Beobachtungen halte ich diese Bestimmung für sehr sicher. Wollte man die Correction nicht an die Zeit, sondern an das Trägheitsmoment anbringen, so müſste man letzteres um $2\frac{p}{28}\alpha$ vermehren. Eine weitere Rechnung zeigt, daſs, um diese Vermehrung des Trägheitsmoments hervorzubringen,

Digitized by Google

die den Magnet umgebende Luft, und zwar bis auf 4 Millimeter von seiner Oberfläche, an dieser Oberfläche adhäriren und mitschwingen müsse.

Eine zweite Beobachtungsreihe wurde in der Weise ausgeführt, daſs auf den Magnet ein hölzerner Ring von der Form, wie sie zur Bestimmung des Trägheitsmoments gebraucht werden, gelegt wurde. Die Resultate waren:

August 25.	$\alpha = 0{,}00152$
	$\alpha = 0{,}00228$
August 26.	$\alpha = 0{,}00071$
	$\alpha = 0{,}00076$
	$\alpha = 0{,}00140$
	$\alpha = 0{,}00138$
August 27.	$\alpha = 0{,}00002$
	$\alpha = 0{,}00053$
August 28.	$\alpha = 0{,}00221$
	$\alpha = 0{,}00253$.

Ein Grund für die hier vorkommenden sehr beträchtlichen Differenzen hat sich nicht ermitteln lassen, so daſs es vorläufig am zweckmäſsigsten scheint, das arithmetische Mittel sämmtlicher Beobachtungen zu nehmen, und $\alpha = 0{,}00133$ zu setzen.

Das Trägheitsmoment des Ringes verhielt sich zu jenem des Magnets wie 59 : 4, woraus der Coëfficient für den Ring allein $= 0{,}00140$ folgt.

Die Dimensionen des Ringes waren:

äuſserer Durchmesser	101^{mm},2
innerer Durchmesser	77 ,8
Dicke	13 ,2.

Das Gewicht betrug 32,5 Grm.

Es ergiebt sich hieraus, daſs die Luft bis auf ungefähr 4 Millimet. Entfernung an der Oberfläche des Ringes adhärirt und mitgeschwungen haben muſs; eben so, wie wir es oben bei dem einfachen Magnet gefunden haben.

Da die gewöhnlich zur Bestimmung des Trägheitsmoments gebrauchten Ringe ungefähr die Dimensionen des eben angeführten hölzernen Ringes haben, dabei aber eilf

Digitized by Google

Mal schwerer sind, so ist für diese der Coëfficient des Trägheitsmoments $\left(1+2\frac{p}{28}0{,}00012\right)$.

In sofern es sich um den Betrag der an die absoluten Intensitätsmessungen anzubringenden Correction handelt, wird man aus dem Vorhergehenden leicht folgern können, daſs sie in den gewöhnlichen Fällen $=\frac{1}{8330}$ seyn wird; um so viel müssen die gefundenen Werthe vermehrt werden. Sie würde drei Mal gröſser seyn, wenn man das Trägheitsmoment der Magnete aus ihren Dimensionen und ihrem Gewichte unmittelbar ableiten würde.

Der gröſste Theil der von Hrn. Prof. Kuhn vorgenommenen Versuche bezog sich auf das Verhalten der Metalle zu der magnetischen Kraft. Die Vorrichtung, die er hiezu brauchte, bestand aus einem kleinen Magnet mit Spiegel, unter einer Glasglocke luftdicht eingeschlossen; in einiger Entfernung stand das Fernrohr und die Scala. Das zu untersuchende Metall wurde dem einen Pole des Magnets, und zwar von der Seite genähert, so daſs eine Ablenkung erfolgen muſste, wenn das Metall auf den Magnet Einfluſs hatte. Die Gröſse der Ablenkung wurde im Fernrohre an der Scale beobachtet. Die Distanz zwischen dem Magnet und dem Metalle konnte beliebig vermindert werden bis zur Berührung. Unter den Resultaten hebe ich hier bloſs das Verhalten des Kupfers hervor. Hr. Prof. Kuhn fand, daſs auch das chemisch reine Kupfer, in die Nähe eines Magnets gebracht, durch Induction stark magnetisch wird, *gerade so wie das weiche Eisen*, aber keine permanente Polarität annimmt. Zur Erklärung der Thatsache, daſs Kupfer die Schwingungen eines Magnets beruhigt, hat man bekanntlich in neuerer Zeit galvanische Ströme angenommen, die durch die Bewegung des Magnets im Kupfer entstehen. Die richtige Erklärung, die übrigens Seebeck bereits gegeben, aber vielleicht nicht hinreichend umständlich nachgewiesen hat, ergiebt sich aus der angeführten Thatsache von selbst: Das Kupfer hält die Schwingungen eines Magnets auf, indem es durch Induction magnetisch wird,

Digitized by Google

und beruhigt genau in derselben Weise, wie eine Eisenplatte beruhigen würde [1]). Daraus folgt, daſs Kupferplatten *über* oder *unter* einem Magnetstabe, den man zur Beobachtung der Variationen des Erdmagnetismus braucht, in sofern der Stab nicht nahe an den Rand der Kupferplatten kommt, ohne nachtheiligen Einfluſs seyn werden; dagegen sind Magnetkästen von Kupfer (wobei auch die senkrechten Wände aus diesem Metalle sind) entschieden zu verwerfen. Es dürfte vielleicht auch der Mühe werth seyn, zu untersuchen, ob nicht der im Kupfer durch die Erde inducirte Magnetismus da, wo Kupfermassen von bedeutender Längendimension zur Beruhigung gebraucht werden (wie z. B. die Bügel an den englischen Instrumenten), auf den Gang des Magnets einigen Einfluſs haben könnte.

Auſser dem Kupfer untersuchte Hr. Prof. Kuhn das magnetische Verhalten des Nickels, Palladiums, Platins, Bleies, Zinks, Kobalts und einiger Legirungen.

Nickel verhält sich bekanntlich wie der Stahl, und zeigt *permanente Polarität;* dasselbe Verhalten hat Hr. Prof. Kuhn am Palladium beobachtet. Platin verhält sich wie weiches Eisen und Kupfer, ist aber mehr als das letztere Metall für inducirten Magnetismus empfänglich. Aehnliches gilt vom Kobalt. Am Zink konnte keine magnetische Wirkung wahrgenommen werden. Ich bemerke dieſs übrigens nur vorläufig hier, da wir, wie Eingangs bereits erwähnt worden ist, von Hrn. Prof. Kuhn selbst eine vollständige Darstellung mit Angabe der Maaſsbestimmungen zu erwarten haben [2]).

XII.

1) Ich habe im Jahre 1838 eine Eisenplatte versuchsweise zu diesem Zwecke benutzt; wo man übrigens die Magnete luftdicht einschlieſsen kann, ist eine Beruhigung unnöthig.

2) Platin und Palladium (so wie Titan) werden auch bekanntlich von Faraday den magnetischen Metallen beigezählt (Ann., Bd. 69, S. 304). Ich habe dieſs schon mit einem relativ kleinen Elektromagnet bestätigen können, auch das beste hier käufliche Kupfer (nach früheren Analysen nur 0,3 Proc. Eisen enthaltend) ohne alle künstliche Vorrichtung in sehr bedeutendem Grade magnetisch befunden. Poggendorff.

Digitized by Google

XII. *Die Berechnung des specifischen Gewichts von Gemengen.*

Nicht ohne Zagen übergebe ich die folgenden Berechnungen der Oeffentlichkeit. Einerseits scheinen dieselben wenig für eine Zeitschrift geeignet, welche den schönen Beruf hat, die neuesten Bereicherungen der Physik und Chemie in die wissenschaftliche Welt einzuführen, und ich gebe nichts Neues, gebe nur die elementare Behandlung eines bekannten Gegenstandes; doch mag mich die nicht geringe Wichtigkeit des Gegenstandes entschuldigen. Andererseits erlaube ich mir im Nachstehenden die Zahlenresultate eines Forschers zu corrigiren, dessen Verdienste um Chemie und Physiologie Niemand mehr anerkennt, als ich; allein ich habe die Mathematik auf meiner Seite und keine Mifsdeutung zu fürchten.

Es sey c das absolute, γ das specifische Gewicht eines zwei Bestandtheile enthaltenden Gemenges, a das absolute Gewicht des einen, b das des andern Gemengtheils, α das spec. Gewicht des ersten, β das des zweiten. Bezeichnen wir nun allgemein mit $P_{(x)}$ das Gewicht der Wassermasse, welche ein eingetauchter Körper vom Gewicht x verdrängt, so erhalten wir, weil $c = a + b$ und nothwendig $P_{(c)} = P_{(a)} + P_{(b)}$, die Gleichung:

$$\gamma = \frac{c}{P_{(c)}} = \frac{c}{P_{(a)} + P_{(b)}} = \frac{c}{\frac{a}{\alpha} + \frac{b}{\beta}} =;$$

also:

$$\gamma = \frac{\alpha\beta c}{a\beta + \alpha b} = \frac{a\alpha\beta + b\alpha\beta}{a\beta + \alpha b} \quad \ldots\ldots \quad (I)$$

Ist $c = 100$, so drücken a und b die procentischen Mengen der beiden Bestandtheile aus, und die Gleichung I verwandelt sich in:

$$\gamma = \frac{100\,\alpha\beta}{a\beta + \alpha b} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (II)$$

d. h. das specifische Gewicht des Gemenges ist gleich dem

hundertfachen Product der specifischen Gewichte der Gemengtheile, dividirt durch die Summe zweier verschiedener, durch zwei Factoren gebildeter Producte, deren jedes aus dem procentischen Gewicht des einen Gemengtheils und dem specifischen des andern besteht.

Sind beide Bestandtheile in gleicher Menge vorhanden, also $a=b$, so geht die Formel I über in:

$$\gamma=\frac{2\alpha\beta}{\alpha+\beta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (III)$$

Wie man sieht, ist γ *nicht* gleich $\frac{\alpha+\beta}{2}$, d. h. das specifische Gewicht des Gemenges ist *nicht* das arithmetische Mittel aus den specifischen Gewichten der Theile. Eben so wenig ist, allgemein ausgedrückt:

$$\gamma=\frac{a\alpha+b\beta}{a+b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (IV)$$

oder, für $c=100$:

$$\gamma=\frac{a\alpha+b\beta}{100} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (V)$$

Dennoch, wer sollte es glauben, findet man bisweilen die ganz unbrauchbaren Formeln IV und V zur Ermittlung des spec. Gewichts eines Gemenges angewandt. Die Fehlerhaftigkeit einer solchen Berechnung tritt um so stärker hervor, je mehr sich die Quantitäten beider Gemengtheile der Gleichheit nähern und je verschiedener ihre spec. Gewichte sind. Es seyen die letzteren z. B. 2 und 21 (etwa wie bei Schwefel und Platin), und das Gemenge enthalte beide Stoffe zu gleichen Theilen. Nach der unrichtigen Formel $\gamma=\frac{\alpha+\beta}{2}$ findet sich dann $\gamma=\frac{2+21}{2}=11{,}5$. Das wahre specifische Gewicht, nach Formel III berechnet, ist aber über *drei Mal* kleiner, nämlich $\gamma=\frac{2.2.21}{2+21}=3{,}652\ldots$

Ist das spec. Gewicht des Gemenges, sein Gehalt an beiden Bestandtheilen und das specifische Gewicht des *einen* bekannt, so kann man durch Umwandlung der Formel I das specifische Gewicht des andern Gemengtheiles leicht ermitteln, und findet so:

Digitized by Google

$$\alpha = \frac{a\beta\gamma}{\beta c - b\gamma} = \frac{a\beta\gamma}{a\beta + b\beta - b\gamma} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (VI)$$

Die unrichtige Formel IV giebt, entsprechend umgewandelt:

$$\alpha = \frac{c\gamma - b\beta}{a} = \frac{c\gamma - b\beta}{c - b} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (VII)$$

Die Fehlerhaftigkeit der Formel VII hängt natürlich auch von der relativen Menge der Bestandtheile und dem Verhältniſs ihrer specifischen Gewichte ab. Setzen wir z. B. $\gamma = 3{,}6521 \ldots$ und, wie oben, $a = b$, $\beta = 21$, so haben wir α, das specifische Gewicht des Schwefels, $= 2 . 3{,}65 \ldots - 21 = -13{,}7$ was nicht seyn kann. Die Formel VI giebt, wie sich von selbst versteht, $\alpha = 2$. Ist dagegen der eine Bestandtheil sehr überwiegend gegen den andern, wie etwa in pflanzlichen oder thierischen Geweben der sogenannte organische Bestandtheil im Verhältniſs zum unorganischen, zu der Asche, so kann sich das nach Formel VII berechnete specifische Gewicht des Hauptbestandtheils dem nach Formel VI berechneten so nähern, daſs der Unterschied in das Bereich der Beobachtungsfehler fällt.

In Bezug auf letzteren Fall, in welchem man sich allerdings jeder Formel entschlagen und ohne groſsen Fehler $\alpha = \gamma$ setzen könnte, verweise ich den Leser, wenn er noch Geduld hat mir zu folgen, auf eine sehr fleiſsige Arbeit über das specifische Gewicht des Albumins, Muskelfibrins, der Blutkörperchen und Sehnen, welche sich im diesjährigen Februarheft der Annalen der Chemie und Pharmacie, S. 156 ff., findet. Der Verfasser jenes Aufsatzes theilt darin, auf eigne genaue Versuche gestützt, die specifischen Gewichte der vier genannten Thierstoffe mit, und zwar zunächst die der rohen aschenhaltigen Stoffe; er giebt ferner die von ihm darin gefundenen Aschenmengen an, und, falls die Asche gemengter Natur war, auch die Quantitäten ihrer Gemengtheile. Aus diesen Daten und den bekannten specifischen Gewichten der Aschengemengtheile berechnet er endlich, theils mittelst unserer Formel V, die specifischen Gewichte der Aschen (A. a. O. S. 160), theils berechnet er wieder aus diesen specifischen Gewichten und mittelst

Digitized by Google

unserer Formel VII die specifischen Gewichte der vier reinen, aschenfrei gedachten Körper (ebendaselbst, S. 159). Da nun aber die unrichtigen Formeln V und VII mit den richtigen, I (oder II) und VI zu vertauschen sind, so müssen auch die Zahlenresultate des Verfassers der gedachten Abhandlung einer, wenngleich geringen, Correction fähig seyn. Ich habe diese Umrechnung ausgeführt und so folgende Werthe erhalten:

für die aschenfreien Blutkörperchen	$\gamma = 1,239$
für das reine Muskelfibrin	$\gamma = 1,276$
für das reine Albumin des Hühnereies	$\gamma = 1,286$
für das reine Collagen (Sehnenstoff)	$\gamma = 1,299$.

Ich erwähne nur noch, daſs die corrigirten Zahlen sämmtlich höher sind als die uncorrigirten, daſs übrigens die gröſste Differenz (beim specifischen Gewicht der Blutkörperchen) kaum 2,5 Proc. erreicht, und daſs endlich, wie man auch aus dem Vorhergehenden ersieht, die Zahl des Albumins durch die Correction etwas über die des Fibrins hinausgeht, dagegen in der erwähnten Abhandlung etwas darunter steht, welcher letztere Umstand dort einer geringen Quantität beim Fibrin gebliebener Bindegewebsscheiden genau entsprechend gefunden wird.

Berlin, im März 1847. F. S.

XIII. *Ueber ein Mittel zur Beförderung der galvanischen Wasserzersetzung; von J. C. Poggendorff.*

(Aus den Monatsberichten der Academie, Januar 1847, mit einigen Zusätzen.)

In einer der K. Academie im November vorigen Jahres gemachten Mittheilung habe ich gezeigt [1]), daſs die galvanische Wasserzersetzung zwischen Platinplatten bedeutend

1) Siehe Annalen, Bd. 70, S. 177.

Digitized by Google

erleichtert wird, wenn man diese Platten im platinirten Zustande anwendet. Als ich kürzlich eine meiner älteren Abhandlungen durchblätterte, wurde ich gewahr, daſs die Möglichkeit gegeben sey, denselben Zweck noch durch ein anderes und sogar wirksameres Mittel zu erreichen, welches, wenn auch gerade keine practischen Vortheile gewährend, doch in theoretischer Hinsicht Interesse genug besitzt, um einmal der experimentellen Prüfung unterworfen zu werden.

Das Mittel gründet sich auf die elektromotorische Kraft, die entwickelt wird, wenn von zwei Platinplatten die eine in einer sauren, die andere (oder statt deren eine Eisenplatte) in einer alkalischen Flüssigkeit steht, und die nöthigen Verbindungen gemacht sind. In der Abhandlung, welche hier gemeint ist, und von welcher sich in den Monatsberichten vom November 1841 ein Auszug befindet [1]), habe ich mehre Ketten der Art untersucht, unter anderen zwei, in welchen die saure Flüssigkeit aus verdünnter Schwefelsäure bestand, und die in der Kalilösung stehende Platte entweder von Platin oder Eisen war. Ich habe schon damals die elektromotorischen Kräfte dieser beiden Ketten bestimmt, hauptsächlich um den merkwürdigen Umstand festzusetzen, daſs das Eisen, ungeachtet es gleich dem Platin so gut wie keinen Angriff von der Kalilösung erleidet, dennoch eine mehr als doppelt so groſse Kraft wie letzteres entwickelt. Da ich seitdem meine Krafteinheit geändert habe, so schien es mir nicht überflüssig eine neue Bestimmung vorzunehmen, und zwar nach der früher (Ann. Bd. 54, S. 160) auseinandergesetzten Compensationsmethode. Das Kali war im vierfachen Gewichte Wasser gelöst, die Schwefelsäure durch das 8fache Gewicht Wasser verdünnt; ein Thoncylinder trennte beide Flüssigkeiten. Die compensirende Kette war eine einfache Grove'sche. Für die Werthe der Kraft (k') im noch ungeschwächten Zustand ergaben sich bei der

1) Ausführlich in den Annalen, Bd. 54, S. 353.

Digitized by Google

Platin-Platin-Kette

$r=27$	$i=18^{0}\ 53'$	also	$k'=\ 8{,}73$
$r=19$	$i=27\ \ 38$	-	$k'=\ 8{,}81$

Eisen-Platin-Kette

$r=43$	$i=29^{0}\ 27'$	-	$k'=21{,}14$

wobei ich nur bemerken will, daſs auf die Messungen nicht gerade die letzte Genauigkeit verwendet worden ist, da die Kräfte, auch abgesehen von der Schwächung, die sie, wenn sie einen Strom erzeugen, durch die Polarisation erleiden, keine constanten sind, sondern sich fortdauernd ändern, je länger die Platten (natürlich ungeschlossen) in der Flüssigkeit stehen bleiben.

Offenbar kann man nun diese Kräfte benutzen, um die Kraft einer anderen galvanischen Kette, die man mit einer der eben genannten verbunden hat, zu verstärken, und voraussichtlich muſs dann, bei zweckmäſsiger Wahl der letzten Kette, eine Wasserzersetzung mit Ausscheidung beider Gase erfolgen. Combinirt man z. B. eine Grove'sche Kette, deren Kraft gewöhnlich etwa $=31$ ist, mit jener *Platin-Platin-Kette*, so erhält man eine disponible Kraft $=31 + 8{,}8 = 39{,}8$, die mehr als hinreicht die Polarisation zu überwältigen, welcher die letztere Kette unterliegt. Ein noch gröſseres Uebergewicht gewährt die *Eisen-Platin-Kette*, nämlich $31 + 21{,}1 = 52{,}1$, und selbst bei dieser muſs man beide Gase des Wassers erhalten, da das Eisen, wenn man nur geschmiedetes oder gewalztes nimmt, unter der Wirkung des Stromes keinen oder nur einen sehr unbedeutenden Angriff von der Kalilösung erleidet.

Diese Erwartungen haben sich vollkommen bewährt. Als ich eine einfache Grove'sche Kette mit einer der genannten Ketten gleichsinnig verknüpfte, d. h. so, daſs die Zinkplatte der ersteren mit der in Schwefelsäure stehenden Platinplatte der letzteren verbunden war, trat sogleich eine lebhafte Wasserzersetzung ein, bei welcher der Sauerstoff an der in der Kalilösung befindlichen Platte entwich.

Besonders lebhaft war dieser Proceſs bei Anwendung

Digitized by Google

der Eisen-Platin-Kette, wie sich das wegen ihrer bedeutenden elektromotorischen Kraft schon voraussehen lieſs. Unter eben nicht günstigen Verhältnissen des Widerstands entwickelten sich ungefähr 5 C.C. Knallgas pro Minute, d. h. mehr als doppelt so viel wie früher im Voltameter mit platinirten Platten, die beide in verdünnter Schwefelsäure standen.

Noch mehr zeigte sich das Uebergewicht dieses Verfahrens über die Anwendung bloſs platinirter Platten, daſs sogar eine einfache Daniell'sche Kette, die bekanntlich sonst unter keinen Umständen eine sichtbare Wasserzersetzung zwischen Platinplatten bewirkt, mit Hülfe desselben diesen Proceſs ganz deutlich zu Stande brachte, obwohl immer in geringerem Grade. Verknüpft mit der Eisen-Platin-Kette, gab sie etwa 0,8 C.C. Knallgas in der Minute, d. h. etwa so viel als eine Grove'sche Kette von ähnlichen Dimensionen im Voltameter mit blanken Platinplatten geliefert hatte.

Ich habe mich zu diesen Versuchen eines Apparats bedient, der eine Abänderung und Vervollkommnung desjenigen ist, welchen Daniell in den *Philosoph. Transact. f.* 1844 beschrieben hat [1]). In diesem, für quantitative elektrolytische Untersuchungen unentbehrlichen Apparat bekommt man die beiden Gase der Wasserzersetzung gesondert, wenigstens wenn man es will, und man hat dadurch Gelegenheit zu prüfen, ob sie in dem richtigen Verhältnisse stehen.

Bei der Platin-Platin-Kette war wohl vorweg nicht daran zu zweifeln; allein bei der Eisen-Platin-Kette lieſs sich fürchten, daſs durch Bildung von etwas eisensaurem Kali ein kleiner Verlust am Sauerstoffgase entstehe.

Und wirklich ist dieſs der Fall, oder war es wenigstens bei der Eisenplatte, welche ich zu diesen Versuchen anwandte. Die Kalilösung blieb nicht hell, sondern färbte sich roth, obwohl sehr schwach, was bei der ungemein tingirenden Kraft des eisensauren Kalis schon vorweg auf eine

1) Siehe Annalen, Bd. 64, S. 22. — Ich werde von meiner Abänderung künftig eine Beschreibung und Abbildung geben. *P.*

Digitized by Google

nur geringe Absorption des Sauerstoffs schlieſsen lieſs. Dieſs bestätigte sich auch bei wiederholten Versuchen. So erhielt ich bei einem derselben 22,75 C.C. Sauerstoffgas gegen 47,5 C.C. Wasserstoffgas; nach letzterem gerechnet hätten 23,75 C.C. Sauerstoffgas erhalten werden müssen, also war 1 C.C. dieses Gases zur Bildung von eisensaurem Kali verwandt werden. Für die meisten Zwecke möchte dieser geringe Verlust wohl zu vernachlässigen seyn, zumal man seinen Betrag aus dem entwickelten Wasserstoffgas immer bestimmen kann.

Ein erheblicherer Nachtheil dieser Methode der Wasserzersetzung besteht dagegen darin, daſs die poröse Thonwand, die man nothwendig zur Trennung der beiden Flüssigkeiten anwenden muſs, sich nach und nach durch das darin krystallisirende schwefelsaure Kali mehr oder weniger verstopft, ja bei längerem Gebrauch wohl gar aufblättert und berstet. Diesem Uebelstand läſst sich nur durch Anwendung eines nicht zu hohen Concentrationsgrades der Flüssigkeiten entgegenwirken, wobei wenigstens keine Zerstörung der Thonwand eintritt.

Ich glaubte daher, die Anwendung einer Säure, welche mit Kali ein leichtlösliches Salz bildet, würde zweckmäſsiger seyn. Zu dem Ende wandte ich Essigsäure an, sah mich aber in meiner Erwartung getäuscht; denn die Wirkung war ungleich schwächer als bei Anwendung von Schwefelsäure, zum Theil offenbar wegen geringer Leitungsfähigkeit der ersteren Säure. Es gab dieſs Veranlassung die Essigsäure zwischen Platinplatten allein dem Strom einer Grove'schen Kette zu unterwerfen. Die Wirkung der geringen Leitungsfähigkeit war auch hier nicht zu verkennen, und überdieſs schien die Säure eine Zersetzung zu erleiden.

Zum Schluſs noch eine Bemerkung! — Es könnte scheinen, als sey die beschriebene Wasserzersetzung niemals bloſs das Werk einer einfachen Kette, da man zu derselben mindestens immer zwei Ketten in gleichem Sinne mit einander verbinden muſs. — Im ersten Augenblick hat man auch wirklich immer den Strom einer Batterie von minde-

Digitized by Google

stens zwei Ketten. Allein man muſs erwägen, daſs die Kette, welche als Voltameter functionirt, der Polarisation unterliegt, und daſs diese Polarisation eine Gegenkraft erzeugt, die gröſser ist als die ursprüngliche Kraft. Die resultirende Kraft der zweiten Kette ist also während der Wasserzersetzung von entgegengesetztem Zeichen wie die Kraft der polarisirenden Kette, und somit sind dann die Bedingungen ganz dieselben wie bei Anwendung eines gewöhnlichen Voltameters, nur daſs hier die aus der Polarisation entspringende Gegenkraft bedeutend geschwächt ist.

Ich habe mich hievon durch directe Messungen überzeugt, indem ich die beiden Ketten successive mit einer Batterie von zwei Grove's im gleichen Sinne verband, und sowohl die Kraft der Batterie (k) und die der Kette (k') bestimmte, als auch die des daraus gebildeten Systems ($k+k'-p$), wo p die Polarisation der Kette bezeichnet. So fand ich bei Anwendung der Platin-Platin-Kette:

$$k=61{,}9\ ;\ k'=8{,}8,\ \text{also}\ k+k'=70{,}7;$$
$$k+k'-p=24{,}89,\ \text{also}\ p=45{,}81$$

und an einem anderen Tage mit der Eisen-Platin-Kette:

$$k=60{,}06\ ;\ k'=21{,}14,\ \text{also}\ k+k'=81{,}2;$$
$$k+k'-p=38{,}04,\ \text{also}\ p=43{,}16\ ,$$

was hinreichend zeigt, daſs in dem Systeme die Kraft der inconstanten Kette umgekehrt worden, oder $k'-p$ eine negative Gröſse war. So groſs wie hier ist freilich die Polarisation oder p nicht, wenn bloſs eine einfache Grove'sche Kette angewandt wird. Die numerischen Bestimmungen sind übrigens keiner groſsen Genauigkeit fähig, da der Strom, selbst wenn man ihn länger als eine Stunde hat wirken lassen, um sicher zu seyn, daſs die Polarisation ihr Maximum erreicht hat, dennoch fortdauernd abnimmt, offenbar in Folge der stetigen Zunahme des Widerstands, der aus dem in den Poren des Thoncylinders krystallisirenden schwefelsauren Kali entspringt, und schon vom Anfange an sehr bedeutend ist.

Uebrigens sind die erwähnten, mit Kali und Schwefelsäure gebildeten Ketten für sich nicht im Stande eine sichtbare

Digitized by Google

Wasserzersetzung zu bewirken, und eben so wenig vermag es eine aus irgend einer Anzahl derselben zusammengesetzte Batterie.

XIV. *Ueber die Vegetation der Futterwicke; von M. J. Schleiden und E. E. Schmid.*

(Mitgetheilt von den HH. Verf. aus dem dritten Programm des von ihnen dirigirten physiologischen Instituts zu Jena.)

Wir besitzen über die chemischen Verhältnisse der Vegetation der Pflanzen so wenig brauchbare, unter richtigen Gesichtspunkten angefangene, und mit Consequenz durchgeführte Versuche, daſs ein jeder Beitrag zur Zeit noch willkommen seyn muſs. Von dieser Ansicht geleitet haben wir im physiologischen Institut eine Reihe von Untersuchungen unternommen, von denen wir die zuerst vollendete in ihren Resultaten hier vorlegen, welcher dann die andern hoffentlich bald nachfolgen sollen, wobei wir dann auch ausführlich die Einzelheiten unserer Arbeit mittheilen werden.

Die Arbeit umfaſst zunächst vier Culturpflanzen, und wir wählten gerade diese, damit das Ergebniſs auch wo möglich eine practische Seite darbieten möchte. Von diesen vier Pflanzen: Futterwicke (*Vicia sativa*), Leindötter (*Camelina sativa*), Hafer (*Avena sativa*) und Gerste (*Hordeum sativum*), haben wir deshalb die Futterwicke zuerst vorgenommen, weil voraus zu sehen war, daſs die Untersuchungen die am wenigst allgemeingültigen und deshalb am wenigst werthvollen Resultate liefern würde. Wir muſsten aber erwarten, daſs die erste Untersuchungsreihe uns noch auf manche Mängel unserer Methoden führen würde, und hielten es daher für zweckmäſsig, auf die wahrscheinlich noch mit vielen Fehlern behaftete Arbeit nur das wenigst werthvolle Material zu verwenden. — Die Vegetation der Futterwicke ist sehr unregelmäſsig, die Pflanzenindividuen sind zur selben Zeit auſserordentlich verschieden in ihrer Gröſse

und ihrem Entwicklungszustande, und bei dem allmäligen Reifen der Früchte, dem allmäligen Absterben der Blätter von unten nach oben, während die Spitze des Stengels sich immerfort entwickelt und zu blühen fortfährt, hat auch die Vegetation der Pflanze durchaus keinen festen Abschluſs.

Gleichwohl ist die Arbeit weit über unsere Erwartung ausgefallen, und wir haben bei reiflicher Vorüberlegung im Lauf der Untersuchung nur wenig an unsern Methoden zu ändern und zu bessern gefunden.

Die Wägungen umfassen gröſstentheils Hunderte von Pflanzen, die mit aller Sorgfalt und möglichster Berücksichtigung aller individuellen Verschiedenheiten ausgewählt sind, so daſs das mittlere Gewicht (gleichsam das Gewicht einer Normalflanze) als ein sehr sicheres angesehen werden kann.

Die Wicken wurden gleichzeitig (d. 15. Mai 1845) in's freie Land (einem zum Kammergute Zwätzen gehörigen Acker) und in Töpfe gesäet, die mit derselben Erde gefüllt waren. Diese letzteren wurden am 2. Juni vorsichtig aufgenommen, und bildeten das Material für die erste Periode. Sie hatten die ersten Blätter nach den Cotyledonen ziemlich entfaltet. Am 12. Juli wurden Pflanzen aus dem freien Lande genommen, die im Beginn der Blüthe standen und zum Theil schon einzelne Hülsen angesetzt hatten, diese wurden als Pflanzen zweiter Periode verarbeitet. Am 6. August wurden zum zweiten Mal Pflanzen vom Felde geholt, an denen die meisten Schoten der Reife nahe waren, diese lieferten die dritte Periode. Endlich am 3. September wurden als Material für die vierte Periode zum dritten Mal Pflanzen vom Felde entnommen, an denen alle Schoten vollkommen reif und nur an der Spitze der Pflanze noch grün waren.

Digitized by Google

I. Tabelle.

Elementare Zusammensetzung der Wicken in 100 Theilen.

	C.	*H.*	*N.*	*O.*	Asche.
A. Stengel.					
1. Periode	44,93	6,125	9,11	31,70	8,135
2. -	43,905	5,70	4,49	33,485	12,42
3. -	45,40	6,11	2,93	34,02	11,54
4. -	45,01	5,83	2,36	34,67	12,13
B. Samen.					
3. Periode	46,21	6,34	6,53	36,71	4,21
4. -	45,75	6,61	5,92	38,28	3,44
C. Hülsen.					
3. Periode	46,57	5,90	2,36	35,74	9,43
4. -	45,96	5,73	1,98	35,55	10,78

II. Tabelle.

Gewicht einer Pflanze in Grammen.

A. Die ganze Pflanze enthält.

In der	Trockne Substanz.	Organische Substanz.	Anorganische Substanz.
1. Periode	0,0326	0,0303	0,0023 = 7,06 Proc.
2. -	0,922	0,805	0,117 = 12,79
3. -	1,559	1,413	0,146 = 9,36
4. -	2,182	2,018	0,164 = 7,51

B. Vom Gewicht der ganzen Pflanze fällt:

In der	Auf	Trockne Substanz.	Anorganische Substanz.
1. Periode	Stengel	0,0125	0,00076 = 6,02 Proc.
	Wurzeln	0,0072	0,00071 = 9,88
	Samen-schalen	0,0044	0,00041 = 9,22
	Cotyledonen	0,0085	0,00045 = 5,23
		0,0326	0,00233
3. Periode	Stengel und Wurzeln	0,876	0,1013 = 10,58 Proc.
	Samen	0,379	0,0159 = 4,21
	Hülsen	0,304	0,0286 = 9,43
		1,559	0,1458
4. Periode	Stengel und Wurzeln	0,689	0,082 = 11,90 Proc.
	Samen	1,076	0,037 = 3,44
	Hülsen	0,416	0,044 = 10,78
		2,181	0,164

Ein *Samen* der 4. Periode wog 0,046 Grammen, genau eben so viel, als derjenige der Aussaat; sein Aschengehalt betrug 0,00158 Grammen. Eine Pflanze trug im Durchschnitt 23 Körner.

Die *Austrocknung* der Pflanzen geschah durch einen *trocknen Luftstrom* von 115° C. mit Hülfe eines Aspirators und eines Oelbades. Die frischen Pflanzen verloren etwa 70 Proc. Wasser, bis sie lufttrocken wurden, und hielten dann noch 10 bis 12 Proc. zurück.

Das *Veraschen* wurde in einem besonders dazu eingerichteten *Muffelofen*, bei reichlichem Luftzutritt, ausgeführt. Nach geschehener Veraschung wurde ein Tiegel mit kohlensaurem Ammoniak in die Muffel gesetzt und diese geschlossen, bis sie sich mäſsig abgekühlt hatte. Die noch warmen Aschen wurden in gut verschlieſsbare tarirte Gefäſse gefaſst und so gewogen.

Zur *Elementaranalyse* dienten die gewöhnlichen Apparate. — *Die Pflanzen der ersten zwei Perioden* lieſsen sich leicht in ein so feines, kaum fühlbares Pulver zerreiben, daſs sie mit Kupferoxyd verbrannt werden konnten. Die Pflanzen der folgenden Perioden wurden zuerst auf einer Art Schrotmühle gemahlen, dann noch möglichst fein zerrieben; zu ihrer Verbrennung wurde *chromsaures Bleioxyd* genommen. Die *Stickstoffbestimmung* geschah durch *Natronkalk*, nach der Will und Varrentrapp'schen Methode.

III. Tabelle.

A. 1000 reiſe Samen enthalten in Grammen:

C.	H.	N.	O.	Asche.
21,04	3,04	2,72	17,60	1,58

B. 1000 Pflanzen erster Periode enthalten in Grammen:

Stengel und Wurzel	8,85	1,22	1,80	6,24	1,47
der Samen	5,90	0,85	0,76	4,94	0,85
	14,75	2,07	2,56	11,18	2,32

Digitized by Google

C. 1000 Pflanzen vierter Periode enthalten in Grammen.

	C.	*H.*	*N.*	*O.*	Asche.
Stengel und Wurzel	310,11	40,17	16,26	238,87	83,57
Samen	492,27	71,12	63,70	411,89	37,01
Hülsen	191,19	23,84	8,24	147,89	44,84
	993,57	135,13	88,20	789,65	165,42

D. Es enthalten:	Organische Substanz.	Unorganische Substanz.	Summa.
1000 reife Samen	44,40	1,58	45,98
1000 ganze Pflanzen erster Periode	32,60	2,33	34,93

Der Aschengehalt, der auf Tabelle I *sub A* erste Periode angegeben ist, stimmt mit dem Tabelle II *sub B* erste Periode nicht völlig überein, weil zur Aschenbestimmung und Elementaranalyse eine andere, vielleicht um ein unbedeutendes im Wachsthum differirende Quantität Pflanzen angenommen wurde.

Der Berechnung, Tabelle III *sub B*, liegt für die Quantität der trocknen Substanz von Stengel und Wurzel die Tabelle II *sub B*, für die Elementarzusammensetzung die Analyse Tabelle I *sub A* erste Periode zum Grunde, da ohne Zweifel die Pflanzen beider Portionen so wenig verschieden waren, daſs unmöglich eine wesentliche Differenz in der Elementarzusammensetzung gleicher Theile eingetreten seyn könnte.

Da für die Elementaranalyse der Samenschalen und Samenlappen der Pflanzen erster Periode uns kein Material mehr geblieben war, so ist in der Tabelle III *sub B* für die organische Substanz derselben die Zusammensetzung der reifen Samen substituirt worden, wobei allerdings wohl der Stickstoff etwas zu niedrig, der Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff etwas zu hoch angesetzt sind.

Die hier mitgetheilten Tabellen über die Resultate der Untersuchung, geben einige interessante Verhältnisse, die wir kurz in Folgendem andeuten wollen:

1) Das Gewicht einer Pflanze in der ersten Periode verhält sich zum Gewicht des reifen Samens, wie 1 : 1,29.

Digitized by Google

2) Den absoluten Gehalt an *N* darf man bis zur ersten Periode als unverändert ansehen, während vom *C*, *O* und *H* etwa ein Drittel verloren geht. Dieser erste Verlust ist durch die bekannten Erscheinungen des Keimungsprocesses leicht erklärlich. Auffallend dagegen ist es, daſs sich schon in dieser Periode, während der Gehalt an organischer Substanz so bedeutend vermindert ist, doch der Aschengehalt um 47 Proc. vermehrt hat.

3) Von der ersten Periode bis zur vierten nimmt die Pflanze nicht nur im Ganzen an Gewicht zu, sondern es vermehrt sich auch die absolute Menge jedes einzelnen Bestandtheiles, den sie enthält; sie giebt von dem, was sie einmal aufgenommen, nichts wieder ab.

4) Während sich die absolute Menge des *N* in der Pflanze von der ersten Periode (ebenso vom Samenzustande) bis zur vierten fast um das 32fache vermehrt, vermindert sich seine relative Menge im Stengel in derselben Zeit von 9,11 Poc. auf 2,36 Proc. Je jünger also eine Pflanze ist, um so reicher ist sie an *N*.

5) Die Vermehrung des Kohlenstoffs ist 67-, die des Wasserstoffs 65fach von der ersten bis zur vierten Periode, vielleicht darf man beide als gleich ansehen, dagegen ist der Sauerstoff in derselben Zeit um das 71fache vermehrt, was auf Bildung organischer Säure zu deuten scheint.

6) Der absolute Aschengehalt steigt von der ersten bis zur vierten Periode auf das 70fache, die bedeutendste Zunahme findet aber von der gekeimten Pflanze bis zum Anfang des Blühens statt, fast um das 51fache, und in dieser Periode ist der relative Aschengehalt am gröſsten.

7) Von der dritten zur vierten Periode vertheilt sich der Aschengehalt wesentlich anders in der Pflanze, indem sich die gröſsere Menge allmälig in die Samen und Hülsen zieht, und den Stengel verhältniſsmäſsig aschenarm zurückläſst. Hierüber ist indeſs auch nicht zu

Digitized by Google

vergeſsen, daſs in der vierten Periode schon ein Theil der unteren Blätter der Pflanze abgestorben und abgefallen ist.

8) Als ein allgemeines Resultat kann man noch aus diesen Untersuchungen ableiten, daſs für die Einsicht in die Gesetze der Vegetation die bloſs procentischen Gehaltsbestimmungen fast ganz ohne Bedeutung sind, und daſs sie erst dann interessante Schlüsse erlauben, wenn man sie auf ein mittleres absolutes Gewicht der Pflanzen und Pflanzentheile beziehen kann.

Ob diese Andeutungen zu Gesetzen ausgedehnt werden dürfen, oder ob sie noch wesentliche Beschränkungen leiden, können erst fernere Untersuchungen lehren.

XV. *Zerlegung der Schieſsbaumwolle.*

Nach einer neueren Analyse des Hrn. Pelouze hat die Schieſsbaumwolle die Zusammensetzung:

$$C_{24}H_{17}O_{17}.5N_2O_5,$$

nach der sie enthält 25,40 C., 2,99 H, 59,27 O und 12,34 N, und 174,9 Th. derselben aus 100 Th. trockner Baumwolle, bei Behandlung dieser mit concentrirter Salpetersäure (wobei auſserdem nur Wasser entsteht) gebildet werden. Von der Abwesenheit rückständiger Baumwolle in dem zerlegten Product glaubt Hr. P. sich durch dessen vollständige Löslichkeit in Essigäther, Holzessigäther (Flüssigkeiten, die es, wenn es bloſs damit angefeuchtet wird, zu zerreiben erlauben), und verdünnter, nahe bis 100° C. erhitzter Schwefelsäure überzeugt zu haben. (*Compt. rend.*, *XXIV*, *p.* 2.)

Dagegen finden die HH. Domonte und Ménard, daſs die Schieſsbaumwolle bei Behandlung mit alkoholhaltigem Aether (nicht reinem) in einen löslichen und einen unlöslichen Theil zerfällt, von denen der erstere die Zusammensetzung: $C_{12}H_8O_8.2N_2O_5$ (identisch mit dem Xyloïdin), und der letztere die: $C_{12}H_9O_9.3N_2O_5$ besitzt. Beide Formeln addirt, geben die von Pelouze. (*Ibid p.* 390.)

Digitized by Google

XVI. *Neue Methode, den Schwefel in organischen Körpern quantitativ zu bestimmen; von W. Heintz.*

Die Methode, welche bis jetzt zur Bestimmung des Schwefels, wenn derselbe einen wesentlichen Bestandtheil organischer Körper ausmachte, angewendet worden ist, nämlich denselben durch Glühen mit einem Gemenge von Aetzkali und Salpeter in Schwefelsäure zu verwandeln, und diese durch Chlorbaryum auf die bekannte Weise zu fällen und zu wägen, hat manche Unbequemlichkeiten, wenn gleich ihre Resultate nicht ungenau genannt werden können. Namentlich sind drei Umstände hiebei zu berücksichtigen, welche ihrer bequemen Anwendung hinderlich entgegentreten. Erstens ist es nämlich sehr schwer bei jener Oxydation der organischen Substanz mit Salpeter und Kalihydrat jeden Verlust zu vermeiden, welcher durch Umherspritzen der Masse veranlaſst werden könnte; dann aber ist eine zweite Schwierigkeit die, daſs selbst Silbergefäſse, in welchen diese Schmelzung bisher vorgenommen wurde, dabei nicht unangegriffen bleiben, so daſs in der Flüssigkeit, welche durch Auflösen dieser Salzmasse erhalten wird, stets etwas Chlorsilber zu Boden fällt. Endlich ist der aus Flüssigkeiten, die Salpetersäure enthalten, niedergeschlagene schwefelsaure Baryt, nur sehr schwer vollständig auszuwaschen.

Auſserdem aber hat Redtenbacher [1]) bei seinen Untersuchungen über den Schwefelgehalt des Taurins gefunden, daſs bei Anwendung jener Methode stets ein Verlust stattfindet, den er von der Verflüchtigung einer geringen Menge Schwefel herleiten zu dürfen glaubt. Er nahm daher die Verbrennung des Taurins in einem Glasrohr vor. Allein hier muſste ihm eine groſse Schwierigkeit dadurch entgegentreten, daſs natürlicherweise das Glas durch die

1) Journal für Chemie und Pharmacie, Bd. 57, S. 170.

Digitized by Google

schmelzende Mischung von Natronhydrat und salpetersaurem Natron angegriffen wurde. Er war daher genöthigt die beim Auflösen der Masse in Salzsäure erhaltene Flüssigkeit erst von der darin gelösten Kieselsäure zu befreien, ehe er die Schwefelsäure fällen konnte. Die Umständlichkeit dieser Methode läſst wohl keine groſse Genauigkeit derselben zu, weshalb auch die Zahlen, welche Redtenbacher's Versuche ergeben haben, nicht unbedeutend von einander abweichen, obgleich er ziemlich viel Taurin zu denselben verwendet hat. Die gröſste Differenz derselben beträgt nämlich 0,79 Proc. Sie möchte daher namentlich da, wo nur ein geringer procentischer Gehalt an Schwefel vorhanden ist, wie z. B. bei der Analyse der Proteinverbindungen keine Anwendung finden können.

In dem dieſsjährigen Märzheft der Liebig'schen Annalen (Bd. 61, S. 372) findet sich die Beschreibung einer neuen Methode, den Schwefelgehalt organischer Substanzen zu bestimmen, von H. Weidenbusch. Dieselbe besteht darin, daſs der organische Körper in einem Becherglase mit einem Ueberschuſs von salpetersaurem Baryt und sehr starker, rauchender Salpetersäure zu einem Brei angerührt, und die Masse nun unter stetem Ersatz der verdampfenden Salpetersäure der Hitze eines Sandbades ausgesetzt wird, bis sie beim Eintrocknen ruhig flieſst. Die so erhaltene Masse wird in Wasser gelöst, in einer Platinschale abgedampft und der Rückstand bis zum endlichen ruhigen Schmelzen erhitzt. Auf diese Weise ist freilich aller Schwefel in Schwefelsäure verwandelt; allein sollte die organische Substanz nicht schon völlig in dem Becherglase durch die rauchende Salpetersäure zerstört worden seyn, so ist, nach H. Weidenbusch's eigenen Versuchen, ein Verlust an Schwefel nicht mehr zu vermeiden. Ob nun, dieſs zu bewerkstelligen, in allen Fällen möglich seyn werde, ist sehr zweifelhaft, da das eigentliche oxydirende Mittel bei Weidenbusch's Methode die rauchende Salpetersäure ist, und diese schon, als in vielen Fällen unbrauchbar, verworfen worden ist. Oder sollte wirklich die salpetersaure Baryterde schon in ihrer Lösung in Salpetersäure die Oxydation

organiſcher Subſtanzen befördern? — Es ſcheint mir nicht wahrſcheinlich; jedenfalls iſt es nicht erwieſen, und ich glaube daher behaupten zu dürfen, daſs dieſe Methode der Beſtimmung des Schwefels bis jetzt der allgemeinen Anwendbarkeit ermangelt. Auſserdem iſt ſie nichts weniger als bequem. Schon das Abdampfen ſo vieler rauchender Salpeterſäure iſt ſelbſt in chemiſchen Laboratorien unangenehm. Dann aber kann auch, ſelbſt wenn es gelingt alle organiſche Subſtanz durch das Gemiſch von Salpeterſäure und ſalpeterſaurem Baryt zu zerſtören, der durch Auswaſchen mit Eſſigſäure und Waſſer von den darin löslichen Barytſalzen befreite ſchwefelſaure Baryt nicht unmittelbar nach dem Glühen gewogen werden, ſondern er muſs dann noch einmal mit Eſſigſäure ausgewaſchen werden, ehe er als völlig rein angeſehen werden darf.

Dieſe Mängel der bisher bekannten Methoden der Schwefelbeſtimmung haben mich veranlaſst, eine andere zu prüfen, welche einfacher und ſicherer zum Ziele zu führen verſprach. Ich hoffte nämlich durch Verbrennung der organiſchen Subſtanz in Sauerſtoffgas ſämmtlichen Schwefel derſelben in Schwefelſäure umwandeln zu können. Da aber dieſe Operation nicht ſo geleitet werden kann, daſs die ſich bei der Erhitzung der Subſtanz erzeugenden Gaſe immer mit einem Ueberſchuſs von Sauerſtoff in Berührung ſind, ſo muſste ich eine zweite oxydirende Subſtanz anwenden, welche den etwa durch den Sauerſtoff nicht oxydirten Schwefel in Schwefelſäure zu verwandeln vermöchte. Ich wählte dazu das Kupferoxyd, in der Hoffnung, daſs die Verbrennung ſo würde ausgeführt werden können, daſs der Schwefel nicht allein vollſtändig in Schwefelſäure verwandelt würde, ſondern auch mit dem Kupferoxyd in Verbindung bliebe.

Ein Verſuch zeigte jedoch, daſs dieſes letztere nicht der Fall iſt. Ein vorgelegter mit Waſſer gefüllter Will'ſcher Kugelapparat enthält nach der Verbrennung ziemlich viel Schwefelſäure. Dagegen konnte kein Geruch nach ſchwefliger Säure bemerkt werden.

Digitized by Google

Hr. Dr. von Erlach, welcher diesen ersten Versuch in meinem Laboratorium und unter meiner Leitung anstellte, wendete zu demselben groſse, vollkommen weiſse Krystalle von Taurin an, denjenigen schwefelhaltigen Stoff, dessen Schwefel, nach Redtenbacher's Versuchen, auf anderem Wege auſserordentlich schwer in Schwefelsäure umgewandelt werden kann. Er füllte ein gewöhnliches, an beiden Enden offenes Verbrennungsrohr zur Hälfte mit geglühten Kupferdrehspänen an, und oxydirte das Kupfer so vollständig, als es, geglüht in einem Strom von Sauerstoff, oxydirt werden konnte. Nun wurde ein Schiffchen mit dem gepulverten, bei 100° getrockneten und gewogenen Taurin in das Rohr gebracht, ein mit Wasser gefüllter Will'scher Kugelapparat mittelst eines Pfropfens vorgelegt, und nun die Verbrennung im Sauerstoffstrom eingeleitet. Die ganze Masse des Kupferoxyds, welches eine gewisse Menge schwefelsauren Kupferoxyds enthalten muſste, wurde nun in ein Becherglas gebracht, das Rohr mit etwas Salzsäure ausgespült und das Kupferoxyd mit dieser Säure in dem Becherglase erwärmt. Die Flüssigkeit wurde filtrirt, der Rückstand ausgewaschen und das Filtrat durch Chlorbaryum niedergeschlagen. Eben so wurde aus der Flüssigkeit, welche in dem Will'schen Apparat enthalten war, nachdem sie in ein Becherglas gebracht worden war, die Schwefelsäure durch Chlorbaryum niedergeschlagen. Der so erhaltene schwefelsaure Baryt wurde ausgewaschen, geglüht und gewogen.

So wurden aus 0,159 Grm. Taurin 0,304 Grm. schwefelsauren Baryts, d. h. 0,0419 Grm. oder 26,38 Proc. Schwefel erhalten.

Die Rechnung ergiebt aber, nach Redtenbacher's Formel, nur einen Schwefelgehalt von 25,60 Proc.

Dieser Ueberschuſs an Schwefel, welcher bei dem beschriebenen Versuche gefunden worden war, und den ich nicht etwa unreinen Reagentien zuschreiben kann, da ich mich von ihrer vollkommenen Reinheit überzeugt habe (auch das Kupfer enthält nicht eine Spur Schwefel), machte mich glauben, daſs der Schwefelgehalt des Taurins vielleicht so-

Digitized by Google

gar noch gröſser seyn möchte, als Redtenbacher ihn gefunden kat. Deshalb wiederholte ich, da Hr. Dr. von Erlach durch seine Abreise nach Bern indessen verhindert worden war, seine Arbeiten weiter fortzusetzen, diesen Versuch, erhielt jedoch ein von dem vorhergehenden durchaus abweichendes Resultat.

0,2667 Grm. Taurin gaben nämlich nur 0,4295 Grm. schwefelsaure Baryterde. Dieſs entspricht 0,0593 Grm. oder 22,24 Proc. Schwefel.

Dieser bedeutende Verlust an Schwefel erklärt sich dadurch leicht, daſs entweder etwas schweflige Säure durch das Kupferoxyd nicht in Schwefelsäure umgewandelt worden war, oder daſs etwas des schon gebildeten schwefelsauren Kupferoxyds durch zu starke Hitze wieder in Kupferoxyd, Sauerstoff und schweflige Säure zerlegt worden war, welche letztere natürlich nicht durch Chlorbaryum niedergeschlagen werden konnte. Daſs diese Erklärung die richtige ist, geht mit Sicherheit daraus hervor, daſs die im Will'schen Apparat enthaltene Flüssigkeit nicht unbedeutend nach schwefliger Säure roch.

Daher muſste ich ein Mittel anzuwenden suchen, um diesen Fehler zu vermeiden. Ich änderte daher den Versuch so ab, daſs, statt Wasser, in dem Will'schen Apparat eine natürlich schwefelsäurefreie Kalilösung vorgeschlagen wurde. Es muſste dadurch die schweflige Säure absorbirt werden, die sich bei der Verbrennung der schwefelhaltigen Substanz bilden konnte. Diese Flüssigkeit wurde in eine geräumige Flasche gespült, worin sich eine warme Lösung von chlorsaurem Kali in verdünnter Salzsäure befand, und dieselbe sogleich durch einen Glasstöpsel verschlossen. Die schweflige Säure wurde so in Schwefelsäure verwandelt. Das in dem Verbrennungsrohr enthaltene Gemenge von Kupferoxyd, schwefelsaurem Kupferoxyd und metallischem Kupfer wurde mit dieser Mischung in einem Becherglase übergossen und in gelinder Wärme vollständig aufgelöst. Nachdem die Flüssigkeit von einigen ungelöst gebliebenen Flocken abfiltrirt worden war, wurde die

Digitized by Google

Schwefelsäure durch Chlorbaryum niedergeschlagen, der schwefelsaure Baryt, nachdem er sich vollständig gesenkt hatte, abfiltrirt, ausgewaschen, geglüht und gewogen.

Noch eine Vorsichtsmaſsregel, welche ich bei diesen Versuchen anwendete, um etwanigen Verlust zu vermeiden, darf ich nicht verschweigen. Da nämlich stets auch Schwefelsäure in den Will'schen Kugelapparat überging, so war es möglich, daſs ein Theil dieser Säure entweder bei der angewendeten Wärme auf den Kork, womit derselbe mit dem Rohr verbunden war, zersetzend einwirkte, oder es konnte sich, da die Bildung von Schwefelsäurehydrat bei der Verbrennung nicht zu vermeiden ist, an demselben etwas dieses schwerflüchtigen Hydrats condensiren und so verloren gehen. Deshalb wendete ich zu diesen Versuchen einen an dem einen Ende unter einem sehr stumpfen Winkel in ein dünnes Rohr ausgezogenes Verbrennungsrohr an. Das ausgezogene Ende desselben wurde in den einen dickeren Schenkel eines dazu besonders eingerichteten Kugelapparats hineingeschoben, und mittelst eines Kautschukrohrs so daran befestigt, daſs es bei der Verbrennung selbst nach unten geneigt war. Auf solche Weise war natürlich auch dieser mögliche Fehler vermieden.

So erhielt ich aus 0,1913 Grm. Taurin 0,356 Grm. schwefelsaure Baryterde, was 0,0491 Grm. oder 25,68 Proc. Schwefel entspricht.

0,1887 Grm. desselben lieferten 0,351 Grm. schwefelsaure Baryterde, d. h. 0,0484 Grm. oder 25,66 Proc. Schwefel.

Bei einem dritten Versuche gaben 0,1743 Grm. Taurin 0,322 Grm. schwefelsauren Baryts. Dieſs entspricht 0,0444 Grm. oder 25,49 Proc. Schwefel.

Da die Rechnung, nach Redtenbacher's Formel ($C^4 H^7 N^1 O^6 S^2$), 25,60 Proc. Schwefel verlangt, so beträgt der gröſste Fehler bei drei Versuchen 0,11 Proc. Somit ist durch dieselben die Genauigkeit dieser Methode hinreichend bestätigt, zumal da ich stets mit so geringen Mengen und einer an Schwefel so reichhaltigen Substanz operirte, daſs der geringste Fehler, in Procenten ausgedrückt,

Digitized by Google

einen gar nicht unbedeutenden Werth bekommen muſste. Sehr anwendbar wird diese Methode der Schwefelbestimmung namentlich bei Untersuchung der Proteinverbindungen seyn, welche nur sehr wenig Schwefel enthalten.

Nicht unerwähnt darf ich lassen, daſs die Verbrennung selbst nicht zu schnell vollführt werden darf, weil sonst leicht ein geringer Verlust stattfinden kann, indem sich nämlich Nebel von Schwefelsäure bilden, die durch die Kalilauge gehen können, ohne von ihr aufgenommen zu werden. Sie muſs so geleitet werden, daſs in der dem Verbrennungsrohr zunächst liegenden Kugel des Will'schen Apparates während des ganzen Verlaufs der Operation keine Nebel zu bemerken sind. Dieſs zu erreichen, ist jedoch nicht schwer, da hiezu nur die Vorsicht nothwendig ist, ohne welche jede Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung unbrauchbar wird.

XVII. *Ueber die Vertheilung der unorganischen Stoffe in den einzelnen Theilen der Pflanzen; von C. Rammelsberg.*

Die Untersuchung zweier wichtigen Kulturgewächse, des *Raps* und der *Erbsen*, auf ihre unorganischen Bestandtheile, oder diejenigen Stoffe, welche die Pflanze aus dem Boden zieht, der sie mithin enthalten muſs, führte zu dem interessanten Resultat, daſs die in den *Samen* enthaltenen Stoffe theils qualitativ, theils quantitativ verschieden sind von denen, welche in den übrigen Theilen der Pflanze, oder in dem *Stroh* enthalten sind. Es scheint diese eigenthümliche Function der einzelnen Organe einer und derselben Pflanze, was die Auswahl der ihr im Boden dargebotenen mineralischen Stoffe betrifft, bisher noch nicht genug durch Untersuchungen festgestellt zu seyn.

Digitized by Google

Die *Samen* von Raps und Erbsen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, enthielten *nur Kali*, keine nachweisbare Menge Natron. Das *Stroh* dagegen zeigte beide Alkalien, *Natron* jedoch in überwiegender Menge. Der Boden, auf dem diese Pflanzen kultivirt worden, muſste also auch beide Alkalien enthalten haben, aber nur das Kali war für die Bildung ihrer Samen erforderlich, und häufte sich in ihnen in nicht unbeträchtlicher Menge an.

Beide Pflanzen enthalten *Kalk*- und *Talkerde*, erstere herrscht vor im Stroh derselben, die letztere in den Samen.

Die *Phosphorsäure*, der Hauptbestandtheil dieser Samen, fand sich im Stroh nur in geringer Menge. Der Rübsamen z. B. enthält 8 Mal, die Erbsen enthalten $3\frac{1}{2}$ Mal so viel Phosphorsäure, als ein gleiches Gewicht vom Stroh dieser Gewächse.

Umgekehrt verhält es sich mit den *Chlormetallen* und *schwefelsauren Salzen*, welche in dem Stroh in ansehnlicher Menge vorkommen, in den Samen hingegen sehr unbedeutend sind, und eben dasselbe gilt von der *Kohlensäure*, die sich bei der Verkohlung der Pflanzentheile aus organischen Säuren oder anderen elektronegativen Körpern (Albumin etc.) erzeugt. Zwar mag ihre Menge von der angewandten Temperatur abhängen, wenn diese aber, wie im vorliegenden Fall, möglichst gleich war, so muſs es mehr als bloſser Zufall seyn, daſs Rapsstroh fast 8 Mal, Erbsstroh fast 22 Mal so viel Kohlensäure, gebunden an unorganische Basen gab, als die betreffenden Samen.

Um diese Verhältnisse übersehen zu können, mag hier die procentische Zusammensetzung der unorganischen Bestandtheile der genannten Pflanzenstoffe folgen:

Digitized by Google

I. Raps.

	Samen.	Stroh.
Kali	25,18	8,13
Natron	—	19,82
Kalkerde	12,91	20,05
Talkerde	11,39	2,56 (Talkerde und Eisenoxyd)
Eisenoxyd	0,62	
Phosphorsäure	45,95	4,76
Schwefelsäure	0,53	7,60
Kohlensäure	2,20	16,31
Salzsäure	0,11	19,93
Kieselsäure	1,11	0,84
	100.	100.

II. Erbsen.

Kali	43,09	8,20
Natron	—	12,50
Kalkerde	4,77	30,53
Talkerde, Eisenoxyd	8,06	6,93
Phosphorsäure	40,56	9,21
Schwefelsäure	0,44	7,01
Kohlensäure	0,79	17,36
Salzsäure	1,96	7,15
Kieselsäure	0,33	0,62
	100.	100.

Gesammtmenge aus 100 Theilen Substanz:

Raps	Samen	4,54
	Stroh	5,21
Erbsen	Samen	3,28
	Stroh	4,15

Bei diesen Untersuchungen waren die Pflanzenstoffe im bedeckten Tiegel in ganz gelinder Hitze verkohlt worden, um Verlusten und Zersetzungen möglichst vorzubeugen. Die sogleich fein gepulverte Kohle wurde mit Wasser ausge-

Digitized by Google

kocht, und dieser Auszug für sich untersucht. Die rückständige Kohle wurde mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, nach dem Auswaschen und Trocknen verbrannt, und die Asche der sauren Flüssigkeit hinzugefügt. Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor wurden in besonderen Versuchen bestimmt.

Von den 100 Th., die oben angeführt wurden, betrug der in Wasser lösliche Antheil:

	I. Raps.		II. Erbsen.	
	Samen.	Stroh.	Samen.	Stroh.
Kali	3,08	7,53	7,47	6,74
Natron	—	18,63	—	9,90
Kalkerde	—	—	0,03	0,29
Talkerde	—	—	0,15	0,15
Phosphorsäure	1,74	—	2,10	0,64
Schwefelsäure	0,53	7,60	0,44	5,30
Kohlensäure	0,42	4,77	0,79	4,75
Salzsäure	0,11	19,93	1,96	7,15
	5,88.	58,46.	12,94.	34,92.

Natürlich ist dieſs nicht die ganze Menge, da die Pflanzenkohle vermöge ihrer Structur die vollständige Extraction jener Stoffe durch Wasser (gleichwie durch Säuren) verhindert, was bei den Samen in viel höherem Grade der Fall zu seyn scheint, als bei dem Stroh.

In wie weit die quantitative Verschiedenheit der Bestandtheile bei Samen und Stroh in anderen Vegetabilien sich erstreckt, zeigt folgende Uebersicht für die wichtigsten Stoffe, wobei jedoch leider selten Theile derselben Pflanzen verglichen werden konnten:

Mais.

	Samen. Letellier.	Stroh. Hruschauer.		
Kali	30,8	12,94	—	4,56
Natron		38,74	—	12,41
Phosphorsäure	50,1	10,52	—	21,40
Kohlensäure	—	9,49	—	4,37

Digitized by Google

Weizen (Theile derselben Pflanzen).

	Petzholdt. Samen.	Petzholdt. Stroh.
Kali	25,81	15,48
Natron	2,68	3,13
Kalkerde	1,49	3,50
Talkerde	12,18	—
Phosphorsäure	57,31	4,08
Schwefelsäure	0,03	0,94
Kieselsäure	0,33	72,43.

Roggen.

	Samen. Will u. Fresenius.	Samen. Bichon.	Samen. Geradewohl	Stroh. Will u. Fresenius.
Kali	31,89	11,43	30,36	17,03
Natron	4,33	18,89	—	—
Kalkerde	2,84	7,05	3,06	8,98
Talkerde	9,86	—	11,33	2,39
Phosphorsäure	46,03	51,81	45,39	3,80
Kohlensäure	0,17	0,69	4,29	63,89

Gerste (Theile derselben Pflanze).

	Way. Samen.	Way. Stroh.
Kali	19,1	24,4
Natron	—	1,0
Kalkerde	3,6	9,6
Talkerde	7,6	1,7
Chlornatrium	2,3	8,25
Phosphorsäure	31,2	1,8

Andere Analysen gaben in den Samen:

	Köchlin	Bichon	Schmidt.
Kali	13,3	3,91	20,91
Natron	6,53	16,79	—

Hafer.

	Samen. Boussingault.	Samen. Knop u. Schnedermann.	Stroh. Levi.
Kali	12,9	13,6	12,18
Natron	—	—	14,69
Kalkerde	3,7	1,3	7,29
Talkerde	7,7	8,6	4,58
Phosphorsäure	14,9	16,5	1,94.

Digitized by Google

Derselbe, in humusfreiem Boden gewachsen.

Fürst Salm-Horstmar.

	Samen.	Stroh.
Kali	20,40	43,90
Natron	1,90	4,00
Kalkerde	3,15	4,84
Talkerde	14,30	3,44
Phosphorsäure	42,54	0,51
Chlor	—	6,80
Schwefelsäure	1,70	4,50.

Auch bei den holzigen Gewächsen ergeben die vorhandenen Analysen ähnliche Verhältnisse, so z. B. bei

Pinus Picea.

	Samen. Polack.	Holz. Levi.
Kalkerde	1,54	46,15
Phosphorsäure	39,65	4,49.

Pinus sylvestris.

	Polack.	Böttinger.
Kali	22,37	0,72
Natron	1,26	12,30
Kalkerde	1,86	27,87
Phosphorsäure	45,95	1,00.

Ein Blick auf diese Zusammenstellung lehrt, daſs es offenbar noch zu früh seyn würde, eine Gesetzmäſsigkeit in der Vertheilung der Stoffe aufsuchen zu wollen. Vorausgesetzt die Richtigkeit der Angaben, namentlich in Betreff der relativen Menge beider Alkalien, zeigt unter den Cerealien nur der Hafer und vielleicht die Gerste dasselbe Verhältniſs, welches wir beim Raps und den Erbsen gefunden haben. Nur die Phosphorsäure findet sich überall ohne Ausnahme in den Samen in groſser Menge angehäuft, in den übrigen Pflanzentheilen dagegen in sehr geringer Quantität, und, gleichwie bei Raps und Erbsen, überwiegt die Kalkerde im Stroh oder Holz, die Talkerde in den Samen.

Digitized by Google

Weitere Erfahrungen an den Samen und den übrigen Theilen der nämlichen Pflanze werden ohne Zweifel darlegen, welcher unorganischen Stoffe dieselben bedürfen, und ob bei Gewächsen von verschiedenem Standort eine Ersetzung des einen Stoffes durch einen anderen eintritt. Wir hoffen, später die Resultate in diesem Sinn angestellter Versuche mittheilen zu können.

XVIII. *Ueber die Zusammensetzung des Uranotantals und des Columbits vom Ilmengebirge in Sibirien; von Heinrich Rose.*

Vor einigen Jahren beschrieb mein Bruder ein neues Mineral, welches er Uranotantal nannte, weil sich nach einigen qualitativen Untersuchungen ergeben hatte, daſs es vorzugsweise Uran und Tantal enthält [1]).

Nachdem ich vor einiger Zeit gefunden hatte, daſs die Tantalsäure aus den finnischen Tantaliten sich wesentlich von den metallischen Säuren unterscheidet, welche in dem Columbit (Tantalite) von Bodenmais in Baiern enthalten sind, war es meine Absicht, die chemische Natur aller der Säuren zu untersuchen, welche man als Tantalsäure aus mehreren Mineralien geschieden hatte.

Ich wandte mich zu dem Ende an den Vorgesetzten der russischen Bergbehörde, Hrn. Oberst v. Samarski in Petersburg, mit der Bitte, mich mit Uranotantal zu versehen. Sie wurde mir mit der gröſsten Bereitwilligkeit gewährt. Später erhielt ich durch Hrn. Afdeef in Katharinenburg ebenfalls eine bedeutende Menge von Uranotantal, die indessen von einer etwas anderen Beschaffenheit war.

Nachdem ich das Mineral im feingeschlämmten Zustande mit zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, und den darin unge-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 48, S. 555.

Digitized by Google

lösten Rückstand erst durch Schwefelammonium, und sodann mit Chlorwasserstoffsäure gereinigt hatte, fand ich bei einer genauen Untersuchung, daſs die erhaltene Säure ein Gemenge war von Wolframsäure mit sehr viel Niobsäure, welche ich kurz zuvor im baierschen Columbite entdeckt hatte. Die Anwesenheit der Wolframsäure war mir nach der Reinigung der Säure vermittelst Schwefelammonium etwas auffallend. Von Pelopsäure, mit welcher ich die Niobsäure im Columbit von Bodenmais, und später auch in dem von Nordamerika verbunden gefunden hatte, konnte ich in der abgeschiedenen metallischen Säure aus dem Uranotantal keine Spur entdecken.

Diese Versuche hatte ich schon unmittelbar nach der Bekanntmachung der Entdeckung des Niobs im Jahre 1844 angestellt. Im Sommer des vorigen Jahres zeigte Hr. R. Hermann in Moskau an, daſs er ein neues Metall, *Ilmenium*, in einem Minerale des Ilmengebirges entdeckt habe, das er *Yttroilmenit* nannte, und von welchem er angiebt, daſs es von den sibirischen Mineralogen für den Uranotantal des Hrn. G. Rose gehalten worden wäre [1]). Er setzt hinzu, »daſs die äuſsere Beschaffenheit und dessen Löthrohrverhalten sehr gut mit der Beschreibung übereinstimmen, die G. Rose von dem Uranotantal giebt, daſs aber die Identität beider Mineralien noch so lange dahingestellt bleiben muſs, bis sich G. Rose über diesen Punkt ausgesprochen haben wird.«

Hr. Hermann fand den Yttroilmenit nicht allein in eingewachsenen Körnern, sondern auch in deutlichen Krystallen, welche nach der Untersuchung des Hrn. Auerbach in der Form mit dem Columbite übereinstimmen, der gemeinschaftlich mit dem Yttroilmenit in Feldspath eingewachsen vorkommt, und nicht selten mit ersterem regelmäſsig verwachsen ist.

Hr. Hermann hatte die Güte, einige Krystalle des Yttroilmenits meinem Bruder zu schicken, der sie in allen Stücken für identisch mit dem von ihm früher beschriebe-

1) Journ. für pract. Chemie, Bd. 38, S. 109.

Digitized by Google

nen und von mir untersuchten Uranotantal erkannte. Sie waren ebenfalls öfters mit Columbit verwachsen, was auch bei den von Hrn. Afdeef gesandten Stücken stattfand. Es sind indessen in diesen Fällen beide Minerale leicht von einander zu unterscheiden, da der Bruch des Uranotantals muschlig und stark glänzend von unvollkommenen Metallglanz, der Bruch des Columbits dagegen uneben und wenig glänzend von Metallglanz ist. — Die Stücke hingegen, welche mir von Hrn. Samarski zugeschickt worden waren, waren vollkommen rein, und enthielten weder Columbit, noch irgend eine andere Einmengung.

Mein Bruder fand das specifische Gewicht des Uranotantals 5,625. Ich fand dasselbe bei den mir von Hrn. v. Samarski übersandten Stücken 5,617; Hr. Wornum, der die Analyse derselben anstellte, 5,6142 (in Stücken).

Die Stücke, welche ich von Hrn. v. Afdeef erhalten hatte, sind etwas schwerer. Hr. v. Peretz aus Petersburg, der dieselben untersucht hat, fand dieselben 5,68. — Hr. Hermann hingegen giebt das spec. Gewicht des Yttroilmenits bei den verschiedenen Proben nur zu 5,398; 5,430 und zu 5450 an. Ich werde später diese Anomalien zu erklären suchen.

Die Analyse des Minerals war mit Schwierigkeiten verbunden. Es läſst sich freilich im sehr fein geschlämmten Zustande durch eine auſserordentlich lange Digestion mit Chlorwasserstoffsäure, wie auch schon mein Bruder bemerkt hat, aufschlieſsen; man muſs indessen die Digestion sehr lange, oft mehrere Wochen hindurch fortsetzen. Die im Mineral enthaltene metallische Säure scheidet sich dadurch als ein weiſses Pulver ab, das sich fest an die Wände des Gefäſses ansetzt. Fügt man indessen darauf Wasser hinzu, so löst sich das Ganze vollständig, oft indessen mit Hinterlassung einer sehr geringen Trübung auf. Aus dieser Auflösung fällt Schwefelsäure durch's Kochen die ganze Menge der aufgelösten metallischen Säure.

Man kann auch das Mineral durch Digestion mit concentrirter Schwefelsäure aufschlieſsen, wobei die metallische

Säure ungelöst zurückbleibt. Am besten scheint es aber zu seyn, die Zersetzung des Minerals durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali zu bewirken.

Die ersten Analysen des Uranotantals von den Stücken, die ich durch Hrn. v. Samarski erhalten hatte, wurden in meinem Laboratorium durch Hrn. Wornum aus London angestellt. Er hatte das Mineral theils durch Schwefelsäure, theils durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt, und im letzten Falle die metallische Säure durch Schwefelsäure gefällt. In beiden Fällen wurde dieselbe mit Schwefelammonium digerirt, wodurch indessen nur sehr wenig Wolframsäure aus derselben aufgenommen wurde. Aus der von der metallischen Säure getrennten Flüssigkeit wurde die Schwefelsäure durch eine Auflösung von Chlorbaryum entfernt, und dann in der Kälte mit kohlensaurer Baryterde digerirt, um das Eisen- und Uranoxyd vom Manganoxydul und der Yttererde zu trennen. Erstere beide wurden nach der Auflösung durch kohlensaures Ammoniak von einander geschieden; das Manganoxydul mit der Yttererde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, worauf die Auflösung mit Chlorgas behandelt wurde, und man aus derselben durch kohlensaure Baryterde Manganoxyd in der Kälte fällte, während die Yttererde aufgelöst blieb.

Hr. Wornum hat drei Analysen des Uranotantals angestellt, aber, ungeachtet aller Sorgfalt und Mühe, nicht gut übereinstimmende Resultate erhalten.

Hr. v. Peretz aus Petersburg wiederholte darauf nach einiger Zeit die Analyse des Uranotantals, und es gelang ihm, mit Benutzung der früheren Erfahrungen, bessere Resultate zu erhalten. Er konnte zu seinen Untersuchungen nur den Uranotantal anwenden, der mir durch Hrn. Afdeef zugeschickt worden war. Derselbe wurde durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali zersetzt. Die mit Wasser behandelte geschmolzene Masse hinterlieſs die metallische Säure von weiſser Farbe. Sie enthält immer etwas Eisenoxyd, wenn sie aus dem Minerale durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali erhalten worden ist, wäh-

Digitized by Google

während sie vollkommen frei davon ist, wenn sie aus dem Uranotantal durch Digestion mit Schwefelsäure, oder aus der chlorwasserstoffsauren Auflösung durch Fällung mit Schwefelsäure erhalten worden ist. Mit Ammoniak und darauf mit Schwefelammonium digerirt, wird sie daher sogleich schwarz. Es wird dadurch nur eine Spur von Wolframsäure aufgelöst. Mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure wird das Eisen ausgezogen; die chlorwasserstoffsaure Auflösung wurde zu der von der metallischen Säure getrennten Flüssigkeit hinzugefügt.

In dieser erzeugte Schwefelwasserstoffgas einen sehr geringen Niederschlag, der vorzüglich aus Schwefelkupfer bestand.

Nachdem in der Flüssigkeit das Eisen wiederum in Oxyd verwandelt worden war, wurde sie mit Ammoniak versetzt. Die vom erzeugten Niederschlage getrennte Flüssigkeit enthielt geringe Mengen von Kalkerde, Talkerde und Manganoxydul.

Der durch Ammoniak erhaltene Niederschlag bestand aus Eisenoxyd, Uranoxyd, etwas Yttererde und sehr geringen Mengen von Manganoxydul. Er wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, und die Auflösung durch kohlensaure Baryterde in der Kälte gefällt. Der Niederschlag aus Eisen- und Uranoxyd wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, und nach Entfernung der Baryterde vermittelst Schwefelsäure das Uranoxyd vom Eisenoxyd durch kohlensaures Ammoniak getrennt. Diese Trennung kann gänzlich miſslingen, wenn das Ammoniak zu viel Kohlensäure enthält, weil dadurch zugleich viel Eisenoxyd aufgelöst wird. Es ist nothwendig, daſs die Auflösung des kohlensauren Ammoniaks, welche zur Trennung angewandt werden soll, aufgekocht wird, wodurch man sie neutral macht. Man setzt dieselbe zu der chlorwasserstoffsauren Auflösung des Uran- und Eisenoxyds, nachdem solche mit Ammoniak neutralisirt, oder besser noch, nachdem dasselbe in einem kleinen Uebermaaſse hinzugefügt worden ist. Das Uranoxyd wird mit einer verdünnten Auflösung von Chlorammonium ausgesüſst.

Digitized by Google

In der Auflösung, in welcher die nicht gefällte Yttererde und etwas Manganoxydul enthalten war, wurde, nachdem man die Baryterde durch Schwefelsäure entfernt hatte, durch Kalihydrat die manganhaltige Erde gefällt. Sie wurde in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, durch die Auflösung Chlorgas geleitet, und darauf durch kohlensaure Baryterde Manganoxyd in der Kälte gefällt.

Die erhaltene Yttererde zeigte nach der Auflösung in Säure keinen Gehalt von den Oxyden des Cers und den das Cer begleitenden Metallen. — Mit Kohle gemengt und das Gemenge in einem Strome von Chlorgas stark erhitzt, wurde kein flüchtiges Chlorid erhalten; die Yttererde war also auch frei von Beryll- und Thonerde.

Die Resultate von drei Analysen des Hrn. v. Peretz sind folgende:

	I.	II.	III.
Metallische Säure	56,38	56,00	55,91
Talkerde	0,80	0,75	0,75
Kalkerde mit Manganoxydul	0,92	1,02	1,88
Eisenoxydul	15,43	15,90	15,94
Uranoxyd	14,16	16,70	16,77
Yttererde	9,15	11,04	8,36
Kupferoxyd		Spuren	
	96,84	101,41	99,61.

Der Verlust in der ersten Analyse rührt nur daher, daſs das Uranoxyd mit reinem Wasser ausgesüſst wurde, wodurch bekanntlich etwas davon aufgelöst wird, was leider übersehen wurde.

Bei den beiden ersten Analysen wurde das Mineral durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali zersetzt, bei der dritten vermittelst Schwefelsäure. Nur bei der dritten Analyse wurde die Yttererde vom Manganoxydul auf die oben erwähnte Weise durch Chlorgas und kohlensaure Baryterde getrennt, weshalb bei dieser der procentische Gehalt der

Digitized by Google

Yttererde kleiner, und der des Manganoxyduls gröſser ist, als bei den andern beiden Analysen.

Es wurden die erhaltenen metallischen Säuren mit aller Sorgfalt auf die Weise geprüft, daſs sie, mit Kohle gemengt, einem Strome von Chlorgas ausgesetzt wurden. Bei dieser Operation wurde über das Gemenge zuerst Kohlensäuregas kalt, sodann während des Glühens geleitet, und erst nach vollständigem Erkalten das Chlorgas darüber geführt.

Es zeigte sich, daſs, wie ich schon oben bemerkt habe, die metallische Säure aus dem Uranotantal, den ich durch Hrn. v. Samarski erhalten hatte, aus Niobsäure bestand, mit ziemlich bedeutenden Mengen von Wolframsäure verbunden.

Da rothes Wolframchlorid weit flüchtiger ist, als Niobchlorid, so lassen sich beide leicht von einander trennen, selbst bei nicht sehr bedeutenden Mengen. Das Niobchlorid kann aus der Säure des erwähnten Uranotantals bei weitem leichter rein dargestellt werden, als aus der der Columbite von Bodenmais und Nordamerika, weil keine Spur von Pelopchlorid neben dem Niobchlorid aufgefunden werden konnte. — Auch vom Titanchlorid zeigte sich bei der Untersuchung der Säure aus dem Uranotantal nichts, obgleich dieſs selbst in sehr kleinen Mengen an seinem flüssigen Aggregatzustand und seiner stark rauchenden Eigenschaft leicht erkannt werden kann.

Die Niobsäure indessen, welche aus den Stücken des Uranotantals erhalten worden war, die mir vom Hrn. Afdeef zugeschickt worden waren, enthielt neben einer bedeutenden Menge von Wolframsäure eine, wiewohl sehr geringe Spur von Pelopsäure. Dieselbe konnte nur auf die Weise gefunden werden, daſs bei der Umwandlung der Säuren in Chloride sich neben dem Niobchlorid eine sehr geringe Spur von Pelopchlorid gebildet hatte.

Die aus dem Uranotantal erhaltene Niobsäure und das aus derselben dargestellte Chlorid hatten vollkommen alle Eigenschaften der Niobsäure und des Niobchlorids, welche aus den Columbiten von Baiern und Nordamerika darge-

Digitized by Google

stellt worden waren. Auch hinsichtlich des specifischen Gewichts stimmen diese Niobsäuren mit einander überein, wie ich dieſs später in einer anderen Abhandlung erörtern werde.

Hr. Hermann hat die wolframhaltige Niobsäure aus dem Uranotantal für das Oxyd eines eigenen Metalls gehalten, das er Ilmenium genannt hat. Ich will versuchen die Ursachen dieses Irrthums nachzuweisen.

Hr. Hermann führt mehrere Eigenschaften der Ilmensäure an, durch welche sich dieselbe einerseits von der Tantalsäure, andererseits von der Niobsäure unterscheidet, welche er aus dem Aeschynit dargestellt hat.

Nach Hermann unterscheidet sich die Ilmensäure von der Tantalsäure, mit welcher er dieselbe früher verwechselt hatte, durch ein viel geringeres specifisches Gewicht. Dieſs ist ganz richtig, denn von den drei unter sich ähnlichen Säuren, der Tantal-, Pelop- und Niobsäure, hat letztere das niedrigste specifische Gewicht, selbst wenn sie etwas Wolframsäure enthält, wodurch ihr specifisches Gewicht erhöht wird.

Die Ilmensäure wird ferner nach Hermann stark gelb während des Glühens, und blau, wenn das mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtete Hydrat mit Zink in Berührung kommt. Es sind dieſs aber, wie ich früher gezeigt habe, Eigenschaften der Niobsäure, die noch stärker hervortreten, wenn sie Wolframsäure enthält.

Die Ilmensäure soll, nach Hermann, eine viel gröſsere Menge von Kohlensäure beim Glühen aus kohlensaurem Natron austreiben, als die Tantalsäure. Dieſs ist, wie aus meinen früheren Abhandlungen hervorgeht, auch bei der Niobsäure der Fall.

Die Ilmensäure soll sich andererseits von der Niobsäure, nach Hermann, durch die Unlöslichkeit ihres Hydrats in concentrirter Chlorwasserstoffsäure auszeichnen. Aber das Niobsäurehydrat, wenn es aus der Auflösung des niobsauren Natrons durch Chlorwasserstoffsäure gefällt worden ist, ist nach meinen Versuchen fast ganz unlöslich in einem

Digitized by Google

Uebermaaſs der hinzugesetzten Säure. Freilich kann sich unter andern Umständen das Niobsäurehydrat vollständig in Chlorwasserstoffsäure auflösen, namentlich wenn das Niobchlorid damit gekocht und darauf Wasser hinzugefügt wird. Ich habe auch oben angeführt, daſs der ganze Uranotantal mit der darin enthaltenen Niobsäure in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst werden kann. — Das Verhalten der Niobsäure und der beiden ihr ähnlichen Säuren gegen Chlorwasserstoffsäure und andere Säuren zeigt überhaupt paradoxe Erscheinungen; so wie dieſs auch bei der Kieselsäure der Fall ist, und das nähere Studium dieser Stoffe wird hierdurch besonders erschwert. Ich kann hier nur die Versicherung geben, daſs die Niobsäure und das Niobchlorid, aus dem Uranotantal dargestellt, sich gegen Chlorwasserstoffsäure gerade eben so verhalten, als wenn sie aus dem baierschen und nordamerikanischen Columbiten bereitet worden wären.

Hr. Hermann führt ferner an, daſs die Ilmensäure vor dem Löthrohr die Flüsse nicht färbt. Diesen Umstand muſs ich indessen vollkommen läugnen. Die Niobsäure aus dem Uranotantal färbt namentlich das Phosphorsalz in der inneren Flamme eben so blau, wie die aus andern Mineralien dargestellte. Es gehört freilich ein längeres Blasen und ein nicht geringer Zusatz von Niobsäure dazu, wie ich dieſs auch schon früher bemerkt habe, um eine blaue Perle mit Phosphorsalz zu erhalten.

Ganz besonders charakteristisch für die Ilmensäure ist, nach Hermann, ihr Verhalten gegen Galläpfeltinktur und Kaliumeisencyanür. Beide Reagentien geben, nach ihm, in den Lösungen des ilmensauren Natrons, mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, braune Niederschläge von einer Nüance, die noch dunkler ist als Eisenoxydhydrat. Weder Tantalsäure noch Niobsäure geben, nach Hermann, Niederschläge von einer so dunklen Färbung.

Ich habe in meinen früheren Abhandlungen angeführt, daſs Galläpfeltinktur die Niobsäure oranienroth fällt, Tantalsäure hingegen lichtgelb. Ist die Niobsäure aus dem Ura-

Digitized by Google

notantal von aller Wolframsäure gereinigt, so verhält sie sich gegen Galläpfeltinktur wie jede andere Niobsäure. Enthält sie aber Wolframsäure, so ist die Fällung mehr bräunlich; denn wolframsaures Alkali mit etwas Chlorwasserstoffsäure und mit Galläpfeltinktur versetzt, wird braun gefällt.

Ich habe die Wolframsäure aus dem Uranotantal nicht so vollkommen rein von Niobsäure dargestellt, wie diese rein von Wolframsäure. Der Niederschlag, den ich mit Galläpfeltinktur erhielt, wenn ich die aus dem Uranotantal erhaltene Wolframsäure an Alkali gebunden und die Verbindung mit Chlorwasserstoffsäure zersetzt hatte, war vollkommen dem ähnlich, den ich durch Galläpfeltinktur entstehen sah, wenn ich wolframsaures Alkali, dessen Säure aus dem Wolfram von Zinnwald dargestellt worden war, mit etwas niobsauren Alkali und Chlorwasserstoffsäure versetzte.

Eine ganz ähnliche Bewandtniſs hat es mit dem Verhalten gegen Kaliumeisencyanür.

Es geht also aus diesen Untersuchungen hervor, daſs die Ilmensäure aus dem Uranotantal oder dem Yttroilmenit nicht das Oxyd eines neuen Metalles sey, sondern aus Niobsäure und Wolframsäure besteht.

Für dieses merkwürdige Mineral paſst indessen weder der Name Uranotantal, den mein Bruder demselben gegeben hatte, ehe die Niobsäure von der Tantalsäure unterschieden worden war, noch der von Hermann gegebene Name Yttroilmenit. Man könnte es jetzt *Uranoniobit* nennen, doch würde dieſs in sofern nicht passend seyn, als Haidinger den Namen Niobit dem Columbit aus Baiern und Nordamerika gegeben hat.

Ich ziehe es daher vor, den Namen Uranotantal in *Samarskit* umzuwandeln, zu Ehren des Hrn. v. Samarski, durch dessen gefällige und bereitwillige Uebersendung von bedeutenden Mengen des Minerals ich in den Stand gesetzt wurde, diese Untersuchungen anzustellen. Hr. v. Samarski hat sich um den sibirischen Bergbau die wesentlichsten Verdienste erworben; ich glaube im Sinne der ersten Auffin-

Digitized by Google

der des Minerals zu handeln, wenn ich dasselbe nach seinem Namen benenne.

Die Resultate der Analysen des Hrn. v. Peretz weichen beträchtlich von denen ab, die Hr. Hermann von seinem Yttroilmenit angiebt. Er hat denselben zu zwei verschiedenen Zeiten untersucht, und folgende Resultate erhalten:

	I.	II.
Ilmensäure	61,33	57,813
Titansäure	1,50	5,901
Cer und Lanthanoxyd	—	2,273
Yttererde	19,74	18,302
Uranoxydul	5,64	1,869
Eisenoxydul	8,06	13,613
Manganoxydul	1,00	0,330
Kalkerde	2,08	0,500
Wasser	1,66	—
	101,01	100,601.

Für die atomistische Zusammensetzung der Niobsäure scheint mir die des Samarskits von groſser Wichtigkeit zu seyn. Da derselbe gleiche Form mit dem Columbite von Baiern und von Nordamerika hat, und da in ihm das Uranoxyd die Stelle der Pelopsäure zu vertreten scheint, welche in letzterem enthalten ist, und im Samarskit fehlt, wenigstens in den ausgezeichnetsten Stücken desselben, so scheint das Uranoxyd eine gleiche atomistische Zusammensetzung mit der Niobsäure, der Pelopsäure und sehr wahrscheinlich auch mit der Tantalsäure zu haben. Andererseits scheint die Yttererde im Samarskit einen Theil des Eisen- und Manganoxyduls in den Columbiten zu ersetzen. Aber ungeachtet dieser Wahrscheinlichkeiten wage ich es doch noch nicht, mich über die chemische Zusammensetzung des Samarskits, des Columbits und des Tantalits zu entscheiden.

Ich habe oben bemerkt, daſs die Stücke des Samarskits, welche mir von Hrn. Afdeef zugesandt worden wa-

Digitized by Google

ren, mit Columbit gemengt oder vielmehr verwachsen waren. Dieser ist zuerst von Hrn. Hermann entdeckt und analysirt worden. Er hält die darin enthaltene metallische Säure für eine der Tantalsäure ähnliche, die sich aber durch ein niedrigeres spec. Gewicht wesentlich von der Tantalsäure unterscheidet, gemengt mit einer geringen Menge von Niobsäure und Ilmensäure. Als Resultat der Analyse erhielt er:

Tantalsäureähnliche Substanzen	80,47
Eisenoxydul	8,50
Manganoxydul	6,09
Magnesia	2,44
Yttererde	2,00
Uranoxydul	0,50
	100,00.

Das spec. Gewicht dieses Columbits fand Hermann bei drei Versuchen mit verschiedenen Krystallen 5,43; 5,55 und 5,73.

Hr. Bromeis hat die Analyse des sibirischen Columbits in meinem Laboratorium wiederholt. Die Quantität, welche er zur Untersuchung anwenden konnte, betrug nur zwischen zwei und drei Grammen. Das spec. Gewicht fand er in Stücken 5,461.

Die Zersetzung geschah vermittelst Schmelzens mit zweifach schwefelsaurem Kali. Das Resultat der Untersuchung war folgendes:

Metallische Säure	78,599
Eisenoxydul	12,761
Manganoxydul, Yttererde	4,483
Talkerde	3,011
Kalkerde	0,753
Uranoxyd	0,564
Kupferoxyd	0,004
	100,172.

Digitized by Google

Der Gehalt der Yttererde und des Manganoxyduls ist gemeinschaftlich angegeben, weil die Trennung beider in sofern nicht ganz glückte, als beide Bestandtheile nach der Trennung mehr wogen, als das gemeinschaftliche Gewicht beider vor der Trennung betrug. Sie geschah, nach der Auflösung in Chlorwasserstoffsäure, durch Behandlung derselben mit Chlorgas und Fällung des Mangans als Oxyd vermitttelst kohlensaurer Baryterde. Hr. Bromeis erhielt aus den 4,483 Th. des Gemenges 3,927 Th. Manganoxydul und 1,883 Th. Yttererde, also zusammen 5,81 Th.

Durch den ziemlich bedeutenden Gehalt an Magnesia unterscheidet sich dieser Columbit von den bisher bekannten.

Wir kennen jetzt also den Columbit von drei Fundorten; von Bodenmais in Baiern, von Massachusets in Nordamerika und vom Ilmengebirge in Sibirien. Sie enthalten alle drei sehr kleine Mengen von Wolframsäure, welche bei allen drei Arten wohl ziemlich gleich seyn mögen. Auſserdem besteht die metallische Säure vom baierschen Columbit aus Niobsäure mit sehr viel Pelopsäure, beide vielleicht zu gleichen Gewichtstheilen, wenn nicht vielleicht die Pelopsäure die Niobsäure an Menge übertrifft; die des amerikanischen Columbits enthält Niobsäure mit sehr wenig Pelopsäure, und die des sibirischen Columbits besteht aus fast reiner Niobsäure mit Spuren von Pelopsäure.

XIX. *Analyse des Rothzinkerzes aus Sterling in New-Jersey; von Whitney.*

Die älteren Analysen von Berthier und Bruce geben in diesem Mineral etwa 8 bis 12 Procent Manganoxyd oder Manganoxydoxydul an, und nach diesen Analysen schien es noch unentschieden zu seyn, ob das Rothzinkerz nicht eine Verbindung von Manganoxyd mit Zinkoxyd wäre. Neulich hat Hayes dieses Mineral untersucht, und glaubt aus

Digitized by Google

seinen Resultaten schlieſsen zu können, daſs das Rothzinkerz wesentlich Zinkoxyd sey, mit einer geringen Menge Mangan und Eisen verunreinigt, und daſs es seine Farbe nur dem besonderen Molecularzustand der Partikeln verdankt. Folgende Versuche scheinen auch dafür zu sprechen, und es scheint gewiſs zu seyn, daſs das Mineral keine Verbindung von Manganoxyd mit Zinkoxyd seyn kann.

Es wurden zwei Abänderungen des Rothzinkerzes untersucht; die erste, aus der Nähe der Franklinhütte in New-Jersey war derb, in kleinen grobkörnigen Aggregaten in Franklinit eingesprengt; die zweite, von Sterling, kommt in groſsblättrigen Aggregaten vor, und wird von Magneteisenerz begleitet, das sich auch in dünnen Blättern zwischen den Blättern des Rothzinkerzes lagert.

Zu der ersten Analyse wurde das von dem Franklinit mit der gröſsten Sorgfalt ausgesuchte Mineral in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Es löste sich unter Entwicklung von Chlor schon in der Kälte sehr leicht auf, in dem die ganze Menge des noch vorhandenen Franklinits zurückblieb. Mit Schwefelsäure giebt das gepulverte Mineral eine farblose, aber nach dem Glühen eine tief rothe Auflösung. Das Zinkoxyd wurde bei der Analyse aus der sauren Auflösung mittelst kohlensaurem Natron gefällt und gewogen, ohne das Mangan zu trennen. Das erhaltene geglühte Zinkoxyd war vollkommen weiſs, daher eisenfrei, es zeigte aber, mit kohlensaurem Natron und Salpeter auf Platinblech geschmolzen, eine Spur von Mangan.

Es wurde gefunden:

Zinkoxyd nebst einer Spur Mangan	94,45
Unzersetzter Rückstand (Franklinit)	4,49
Glühverlust	1,09
	100,03.

Um das Zinkoxyd von dem Mangan zu trennen, wurden mehrere verschiedene Methoden versucht, doch zeigte sich die ältere, vermittelst Fällung mit Schwefelwasserstoff in einer Auflösung in Essigsäure, als die einzig anwendbare, die sogar annähernde Resultate zu geben vermochte.

Digitized by Google

Bei der Analyse des Rothzinkerzes aus Sterling wurde das feingepulverte Mineral mit dem Magnete ausgezogen, um so viel wie möglich von dem Magneteisenerze zu entfernen, und darauf in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Es blieb nur ein kleiner Rückstand unaufgelöst, der aus feinen Schuppen bestand. Dieser Rückstand wurde abfiltrirt, und im Filtrate wurden sämmtliche Metalle mit kohlensaurem Natron gefällt. Der Niederschlag wurde abfiltrirt und ausgewaschen; Schwefelammonium gab in dem Filtrate eine Spur Schwefelzink, diese wurde abfiltrirt, in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, wieder mit kohlensaurem Natron gefällt und mit dem erst erhaltenen vereinigt. Darauf wurde der noch feuchte Niederschlag mit dem Filtrum in einem groſsen Ueberschuſs von Essigsäure digerirt. Dabei löste sich alles, bis auf eine kleine Spur Eisenoxyd; diese wurde in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und die Auflösung mit der nachher erhaltenen von Mangan vereinigt. In die Auflösung in Essigsäure, in der ein groſser Ueberschuſs der Säure vorhanden war, wurde Schwefelwasserstoff geleitet. Nach einiger Zeit wurde das gefällte Schwefelzink deutlich röthlich von mitgefälltem Schwefelmangan. Darauf wurde das Ganze einige Zeit im Becherglase bei gelinder Hitze digerirt, bis die fleischrothe Farbe ganz verschwunden war. Schwefelwasserstoff wurde darauf nochmals durchgeleitet und der Niederschlag nach vollständigem Absetzen abfiltrirt. Beim Filtriren zeigte das Schwefelzink eine kaum merkliche braune Färbung auf der Oberfläche. Das durch Auflösen des Schwefelzinks und Fällen mit kohlensaurem Natron erhaltene Zinkoxyd hatte nach dem Glühen einen schwachen Stich in's Gelbe, es zeigte sonst alle Eigenschaften des reinen Zinkoxyds. Mit kohlensaurem Natron auf Platinblech geschmolzen, gab es, auch bei Zusatz von Salpeter, keine Spur von einer Manganfarbe; mit Borax gab es eine vollkommen klare, farblose Perle.

In der vom Schwefelzink abfiltrirten Flüssigkeit wurden sämmtliche Metalle mit Schwefelammonium gefällt. Der

Digitized by Google

Niederschlag wurde in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und wieder mit kohlensaurem Natron gefällt, ausgewaschen, geglüht und gewogen. Das erhaltene Metalloxyd zeigte vor dem Löthrohre alle Eigenschaften des Mangans, und enthielt wahrscheinlich nur eine Spur Eisen, das von dem nicht vollkommen ausgesuchten Magneteisenerze herrührte; denn das mit dem Franklinit vorkommende Rothzinkerz ist ganz eisenfrei. Das Manganoxydoxydul enthielt aber noch eine Spur Zinkoxyd; denn auf Kohle mit Soda erhitzt, gab es einen merklichen Zinkbeschlag, dessen Menge doch zu gering war, um an eine weitere Trennung zu denken.

Folgende Zahlen geben daher einen ziemlich genauen Begriff der Zusammensetzung des Rothzinkerzes:

Zinkoxyd	96,19	
Manganoxyd	3,70	enthält noch ein wenig Zink
Unzersetzt	0,10	
	99,99.	

Rammelsberg bemerkt, daſs es noch unentschieden sey, ob das Rothzinkerz nicht eine Verbindung von Manganoxyd mit Zinkoxyd sey, was nicht unwahrscheinlich seyn dürfte, um so mehr, als es, nach Breithaupt, von einem erdigen, gelblichen bis schneeweiſsen Mineral begleitet wird, welches sich vor dem Löthrohr wie reines Zinkoxyd verhält. Dieses erdige Mineral, das auf der verwitterten Oberfläche und zwischen den Blättern des Rothzinkerzes einen dünnen Ueberzug bildet, ist aber nichts anderes als kohlensaures Zinkoxyd.

XX. *Vorläufige Mittheilung.*

In Bezug auf die *chemisch-theoretische Deutung* der von mir in meinem Aufsatze: »Ueber eine eigenthümliche Art der Isomorphie« u. s. w. (d. Annal., Bd. 68, S. 319) nach-

Digitized by Google

gewiesenen Thatsachen, werde ich mich, nach Publication einer Reihe analoger Beobachtungen, in einem besonderen Artikel aussprechen. Einstweilen möge man sich also nur an den (gewissermaſsen) *mechanischen* Theil der polymeren Isomorphie halten, die *chemische* Rolle aber, welche das (basische) Wasser hierbei spielt, als eine noch nicht näher bestimmte ansehen.

Christiania, März 1847. Th. Scheerer.

XXI. *Betrachtungen über die jährlich zur Verdampfung des Wassers auf der Erdoberfläche angewandte Wärmemenge, und die mechanische Kraft der auf den Continenten flieſsenden Gewässer; von Hrn.* **Daubrée.**

(*Compt. rend., T. XXIV, p.* 548. Auszug.)

I. — Der Mechanismus der Circulation des Wassers durch die Atmosphäre kann nicht geschehen, ohne eine gewisse Wärmemenge in Thätigkeit zu setzen. Um sie annähernd zu bestimmen und dabei eher unter dem wahren Werthe zu bleiben als darüber hinauszugehen, hat der Verfasser zunächst das Volum des jährlich auf der gesammten Erdoberfläche verdampfenden Wassers als gleich angenommen demjenigen, welches in derselben Zeit aus der Atmosphäre niederfällt. Nach den Resultaten der unter verschiedenen Breiten in beiden Hemisphären angestellten Beobachtungen kann das letztere auf 703435 Kubik-Kilometer angeschlagen werden, entsprechend einer die Erde gleichförmig bedeckenden Wasserschicht von $1^m,379$ Dicke.

Die Wärmemenge, welche die Verdampfung dieser Wassermasse der maritimen und continentalen Erdkruste entzieht und in die Atmosphäre überführt, würde theoretisch hinreichend seyn, um eine die ganze Erde bedeckende Eisschicht von 0° und $10^m,70$ Dicke zu schmelzen. Vergleicht man

dieses Resultat mit denen, welche von Hrn. Pouillet über die Wirkung der Sonnenwärme aufgestellt sind [1]), so ergiebt sich, *daſs die Verdampfung eine Wärmemenge verbraucht, die fast ein Drittel von der ist, welche die Sonne in derselben Zeit zur Erde sendet.* Alles Brennmaterial, welches während eines Jahrs in Frankreich verbraucht wird, wäre nicht im Stande eine Eiskruste zu schmelzen, die unser Land bedeckte und $0^m,0017$ Dicke hätte, d. h. 16 Zehntausendstel von der mittleren Dicke, welche der Verdampfungswärme entspricht.

Uebersetzt man die Wärmekraft in dynamische Einheiten, so findet sich, daſs die im Jahre zur Verdampfung des Wassers angewandte Arbeit für die gesammte Erde wenigstens der von 16214937 Millionen Pferdekräften (*chevaux-vapeur*), oder für ein Hectare der von 318 Pferdekräften gleich kommt, diese als unausgesetzt das ganze Jahr hindurch arbeitend angenommen. Dieſs zeigt, daſs die bewegenden Kräfte, welche selbst in den industriellsten, maschinenreichsten Gegenden benutzt werden, nur einen sehr kleinen Bruch von der ungeheuren Gewalt ausmachen, welche die Natur in aller Stille zur Circulation des Wassers entfaltet.

II. — In der absteigenden Periode der Circulation hat man besonders zu unterscheiden: 1) die Fällung des Wassers aus der Atmosphäre im flüssigen oder starren Zustande; 2) die Bewegung der flieſsenden Gewässer, einschlieſslich die der Gletscher, auf den Continenten. Das Wasser, welches uns die Wolken in Form von Regen oder Schnee senden, kommt unten gewöhnlich mit einer sehr geringen Geschwindigkeit an, entsprechend der eines Falles von bloſs einigen Metern. Die Gesammtheit der lebendigen Kraft dieses Wassers wird also nur zu sehr unbedeutenden Wirkungen verwandt. Den Werth der bewegenden Kraft der Ströme und Bäche direct zu bestimmen, ist nicht möglich; allein mit Hülfe einer Formel, in welche der Flächeninhalt der Gegend, die mittlere Höhe derselben über den Ocean, das jährliche Volum des meteorischen Wassers, und der

1) *Compt. rend.* 1838. (Ann. Bd. 45, S. 25 und 481.)

Digitized by Google

von diesem Gesammtvolum in's Meer fließende Bruch eingehen, hat der Verf. zwei Gränzen erhalten, zwischen welchen die von dem Fall des Wassers bewirkte Arbeit enthalten seyn muſs. Für Europa wären diese beiden Gränzen: 273508974 und 364678620 Pferdekräfte, das ganze Jahr hindurch unausgesetzt abeitend. Diese Arbeitsgröſsen entsprechen für das Quadratkilometer durchschnittlich 25,06 und 36,04 Pferdekräfte, eben so verwandt. Die obere Gränze der bewegenden Kraft der strömenden Gewässer Europas verhält sich zu der bewegenden Kraft, die auf die Verdampfung an der gesammten Erdoberfläche verwandt wird, beide auf das Quadratkilometer bezogen, wie 1 : 883. Die bewegende Kraft der strömenden Gewässer der ganzen Erde kann nicht $\frac{1}{1800}$ der zur Verdampfung angewandten Arbeit oder ungefähr 9 Milliarden Pferdekräfte übersteigen.

XXII. *Notizen.*

1) *Zweiter artesischer Brunnen zu Venedig.* — Der zweite artesische Brunnen am Campo S. Paolo, der in Folge der vielversprechenden Ergebnisse des ersten vor mehren Wochen begonnen wurde, hat bereits gleich gute Resultate gegeben. In einer Tiefe von 60 Metern stieſs man auf Sandschichten, deren eine am 26. März einen ergiebigen Wasserstrahl zu Tage förderte. Die Säule erhebt sich 8 Fuſs über den Erdboden und liefert in jeder Minute 160 Liter. Staunen erregend für das zahlreiche Publicum, das die neue Quelle besucht, ist der Umstand, daſs der Wasserstrahl bei Annäherung eines Lichts die schönste Flamme entwickelt, die durch die groſse Menge Kohlenwasserstoffgases, die es mit sich führt, hervorgebracht ist. Die chemische Analyse der aufgestellten Commission fand das Wasser trinkbar, und frei von allem, was der Gesundheit nachtheilig seyn könnte. — (Allg. Zeit. vom 8. Apr. 1847.)

2) *Bohrversuche zu Astrachan und Sarepta.* — Am ersteren Ort ist man, nach Durchbohrung verschiedener Sand- und Thonschichten, in 368 Fuſs Tiefe auf Wasser gestoſsen, welches 30 Fuſs über dem Kaspischen Meere steht, Bittersalz, Kochsalz und Eisen enthält, eine Temperatur von 16° C. besitzt und ganz trübe ist. Die Temperatur der Luft betrug während der Beobachtung 22° C. Nach A. v. Humboldt (*Asie centrale, T. III, p.* 102) ist die mittlere Temperatur der Luft in Astrachan 10°,1 C., nach Kupffer 10°,5. Das merkwürdigste Resultat bei diesem Bohrversuche ist die Aufschlieſsung eines Gases, welches sich in so reichlicher Menge aus dem Wasser entwickelt, daſs die Oberfläche desselben stets einen Zoll hoch mit Schaum bedeckt ist. Dieses Gas ist geruch- und farblos; mit atmosphärischer Luft gemengt, bildet es Knallgas. Es entweicht gegenwärtig durch eine Röhre von $1\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser mit solcher Kraft, daſs beim Anzünden eine 8 Z. hohe Flamme entsteht. Die Farbe der Flamme ist blau und die Leuchtkraft bedeutend. Selbst bei ganz freier Flamme konnte man in 24 Stunden 25 Eimer Wasser von 12° auf fast 40° erwärmen. — In *Sarepta* hat man in 326,5 Fuſs Tiefe Wasser angetroffen. Dasselbe steigt 85 Fuſs über das Niveau des Kaspischen Meeres, ist eisenhaltig und von 9° C. Die Temperatur der Luft betrug während der Beobachtung —10° C. (Aus einem längeren Aufsatz von A. Nöschel und G. v. Helmersen über die geognostischen Verhältnisse der Steppengegend zwischen den Flüssen Samara, Wolga, Ural und Manytsch, im *Bullet. phys. math. l'acad. de St. Petersbourg, T. V, p,* 288.)

Digitized by Google

1847. ANNALEN *No.* 6.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXXI.

I. *Ueber den Einfluſs der Temperatur auf die Synaphie; vom Dr. Buys-Ballot in Utrecht.*

In seiner schätzbaren Dissertation: *De ratione quae inter fluidorum cohaesionem et calorem aliasque vires moleculares intercedit* [1]) äuſsert Hr. Dr. Brunner in Betreff meiner früheren Arbeit über die Capillarität [2]): *In dissertatio, in qua v. d. Buys-Ballot accuratissime phaenomenorum capillarium cognitiones colligit, illa Sondhaussiana commentatio non recepta est. Ipse enim experimenta adhaesionis discis instituit ad rationem fluidorum cohaesionis diversa sub temperie explorandum, sed nusquam quae inde sequantur exposuit.* In Bezug auf die Untersuchung von Sondhauſs muſs ich allerdings Hrn. Dr. B. Recht geben, da ich sie nicht kannte; aber, abgesehen von dem nicht an seiner Stelle stehenden *enim*, kann ich nicht umhin zu bemerken, daſs es der Wahrheit gemäſs statt *sed nusquam etc.* heiſsen müſste: *quaeque inde sequantur in dissertatione exposuit.*

Es ist dieſs zu beachten, einmal weil noch so wenig Beobachtungen über den Einfluſs der Temperatur auf die Capillarität veröffentlicht worden sind, und also jeder selbst geringe Beitrag einigen Werth hat, und zweitens weil mein als Dissertation erschienener Aufsatz offenbar nur sehr Wenigen in die Hände gekommen seyn kann. Meine Beobachtungen stimmen zwar nicht ganz mit denen des Hrn. Dr. B., aber darum sind die seinigen nicht schlechter, vielmehr räume ich gern ein, daſs seine Beobachtungsmethode eine gröſsere Genauigkeit zulieſs, als die von mir angewandte. Er wirft

1) Welche der Verf. im vierten Hefte der Annalen d. J. in der Urschrift mitgetheilt hat. *P.*

2) *Dissertatio inauguralis de Synaphia et Prosaphia. Trajecti ad Rhenum* 1844.

Digitized by Google

mir vor, daſs ich keine Schlüsse aus denselben gezogen habe aber warum hat er sie denn nicht gemacht. Es war abe auch nicht nöthig, daſs er sie machte, da ich selbst seh bestimmte Folgerungen aus meinen Beobachtungen abgelei tet und Formeln gegeben habe, die, wie ich damals glaubte das Gesetz sehr gut ausdrücken.

Zunächst findet man p. 26 [1]) die Formel:

$$D = 15^{mm},3 - 0,0028\,t = a^2,$$

worin a^2 proportional ist der Capillarhöhe in einer Röhre von einem Millimeter Halbmesser. Diese Formel ist aus funfzehn Versuchen abgeleitet, welche Frankenheim bei 0° und 16°,5 angestellt hat. Dann habe ich fünf von Demselben mit Alkohol gemachte Beobachtungen auf p. 27 so zusammengestellt:

Temperatur	20°	26°	35°	55°	69°
Beobachtet	6,06	6,02	5,94	5,74	5,66
Berechnet	6,07	6,02	5,95	5,77	5,65

»*Effeci* $a^2 = 6,24 - 0,0085\,t$«: besser wäre gewesen

$$a^2 = 6,23 - 0,0085\,t.$$

Auf der nämlichen Seite heiſst es: »*Tribus reliquis observationibus de alcohole majoris densitatis*

19°	50°	62°,5
6,67	6,47	6,43
6,67	6,48	6,41

adaptari potest formula quae minimos errores indicat

$$a^2 = 6,78 - 0,006\,t\text{«},$$

nämlich, wenn man kurze Zahlen wünscht, sonst hat man

6,663	6,488	6,418

aus $a^2 = 6,771 - 0,00565\,t$. Auſser diesen kleinen Berechnungen findet man auch Schlüsse aus meinen eignen Beobachtungen.

Nachdem ich im §. 2 des zweiten Kapitels die Vorsichtsmaaſsregeln aufgezählt, die man bei Versuchen mit Adhäsionsplatten zu beachten hat, setze ich im §. 3 die Methode auseinander, nach welcher ich den Einfluſs der Temperatur auf die Synaphie untersucht habe.

1) Auf derselben Seite habe ich mich auch, wie Hr. Dr. B., sehr gegen die Laplace'sche Hypoth[illegible]: daſs die Capillarhöhe bei steigender Temperatur umge[illegible]it proportional sey.

Digitized by Google

Aus §. 2 werde ich, da sein Gegenstand schon so häufig besprochen ist, nicht viel hervorheben. Man hat die Adhäsionsplatte gehörig zu reinigen [1]), und muſs auch die untere Fläche derselben, oder wenigstens die durch ihren Rand gelegte Ebene, vollkommen horizontal legen. Letzteres geschieht bei viereckigen Platten am leichtesten und sehr genau, und die Sicherheit, mit welcher es zu bewerkstelligen ist, wiegt den aus den Ecken entspringenden Nachtheil fast auf, so daſs eine viereckige Platte von gleicher Oberfläche mit einer kreisrunden, durchschnittlich eben so groſse Werthe für die Cohäsion giebt, wie diese. Sind die Platten mit drei sehr feinen Schrauben versehen, durch welche man die drei Aufhängefäden verkürzen oder verlängern kann, so hat man die Horizontalität ganz in seiner Gewalt und bemerkt die geringste Abweichung von ihr sogleich, da man augenblicklich sieht, wann die Flüssigkeit nicht genau gleich weit an allen Ecken zurückweicht. Auch hat man darauf zu achten, daſs die Platte sowohl vom Boden als von den Seitenwänden hinreichend entfernt bleibe [2]); von den letzteren ist sie fern genug, wenn der zwischen ihr und den Rändern des Gefäſses befindliche Theil der Flüssigkeit horizontal ist. Gleich Unreinigkeiten müssen auch Luftbläschen, die leicht an unreinen Stellen entstehen, und sich deshalb, wie bei den Haarröhrchen, meistens an den nämlichen Stellen einfinden, auf's sorgfältigste vermieden werden, was bei undurchsichtigen Platten natürlich schwieriger ist als bei durchsichtigen. Endlich hat man Gefäſs und Platte möglichst vor Erschütterungen aller Art zu bewahren, darf also zur Zeit immer nur sehr kleine Gewichte auflegen, und zwar desto kleinere und mit mehr Vorsicht, je näher man der Gränze gerückt zu seyn glaubt.

Dieſs sind die allgemeinen Vorsichtsmaaſsregeln. Wenn

1) Ueber das Mittel, dieſs gehörig zu bewerkstelligen, vergleiche man Dutrochet *sur la force epipolique p.* 27, und was derselbe von der sogenannten *surface neuve* sagt.

2) Siehe Frankenheim's Cohäsionslehre S. 102, Poisson's *Traité de capillarité p.* 212, und Young, *Philosoph. Transact. f.* 1805.

Digitized by Google

man den Einfluſs der Wärme untersuchen will, so hat man noch zu beachten, was ich §. 3 p. 47—50 gesagt habe, und hier in Uebersetzung wiederholen will.

Das Gefäſs, in welchem die zu untersuchende Flüssigkeit (am häufigsten Wasser) sich befand, war über eine Lampe gestellt, und konnte also bis zu jedem Temperaturgrad erwärmt werden. Drei Dinge hatte ich vorzüglich im Auge zu halten: daſs die Oberfläche gleich mäſsig warm wäre, daſs das Plättchen dieselbe Temperatur hätte wie das Wasser, und daſs ich diese Temperatur genau kennte.

Anfangs gedachte ich in die gegenüberhängende Schale der Waage weniger Gewicht zu legen als die Synaphie bei gewöhnlicher Temperatur zu tragen vermochte, und wollte dann die Temperatur erhöhen, um so alle Bewegung der Flüssigkeit zu vermeiden und ruhig den Moment abzuwarten, in welchem bei steigender Temperatur das Plättchen abreiſsen würde. Ich hatte dann allein auf die Temperatur zu achten und sie in dem Moment des Abreiſsens aufzuzeichnen, denn dieses muſste erfolgen, wenn die Synaphie bis zu dem Grade geschwächt worden, daſs sie dem aufgelegten Gewichte gleich war.

Ich meinte, hiebei wäre keine Fehlerquelle vorhanden. Aber wiederholte Versuche, in der nämlichen oder einer benachbarten Temperatur angestellt, bewiesen das Fehlerhafte dieser Methode. Sie erforderte viel Zeit, da man immer beträchtlich kleinere Gewichte auflegen muſste, um das Plättchen wieder anzuheften, und, wenn es geschehen, verstrich abermals eine geraume Zeit, ehe sie wiederum abgerissen wurde. Dagegen konnte ich, wenn ich das Wasser langsam erkalten lieſs, sehr viele Versuche bei abnehmender und sehr wenig verschiedener Temperatur anstellen. So entstanden viele Reihen von Beobachtungen, welche eine sehr regelmäſsige Abnahme der Synaphie mit steigender Temperatur darthaten und nichts zu wünschen übrig gelassen haben würden, wenn sie, mit einander verglichen, so gut übereingestimmt hätten, wie die Beobachtungen einer jeden Reihe unter sich. Das Auge folgte übrigens den

Digitized by Google

Angaben eines Fahrenheit'schen Thermometers mit Leichtigkeit, so daſs ich jedesmal sehr genau die Temperatur kannte, bei welcher das Abreiſsen erfolgte. Die jedesmaligen Temperaturunterschiede muſsten klein seyn, um die Fehler zu vermeiden, welche aus der ungleichen Temperatur der sich abkühlenden Wassertheilchen entspringen konnten. Ich wage jedoch nicht zu behaupten, daſs die an der Platte befindlichen Theilchen immer genau dieselbe Temperatur gehabt haben, als die entfernteren. Die an der freien Oberfläche liegenden verloren die Wärme durch Verdampfung schneller als die anderen durch bloſse Leitung, welche, wie wir aus den Versuchen von Despretz wissen, sehr gering ist (Ann. Bd. 46, S. 340).

Wenn ich nun weiter untersuche, warum ich beim Erkalten der Flüssigkeit kleinere Abweichungen fand als beim Erwärmen derselben, so scheint mir die Ursache in der Bewegung der Theilchen zu liegen, welche bei der erkaltenden Flüssigkeit geringer ist, als bei der sich erwärmenden. Allerdings ist in beiden Fällen zwischen den oberen und unteren Schichten ein Temperaturunterschied, und folglich eine aufwärts gerichtete Bewegung der wärmeren Theilchen vorhanden; aber dieselbe ist in jenem Falle kleiner als in diesem. Wenn wir erwärmen, verlieren die oberen Schichten Wärme, während die unteren sie von der Lampe empfangen; bei der Erkaltung dagegen verlieren die Theilchen durch Ausstrahlung die Wärme gleichmäſsiger nach allen Seiten. Es würde wunderbar seyn, wenn diese Bewegung, durch welche der Abstand zwischen den zusammenhängenden Theilchen geändert wird, durchaus keinen Einfluſs auf die beobachteten Gröſsen hätte. Dazu kommt noch, daſs aus dem Wasser, dessen Temperatur erhöht wird, Luftblasen aufsteigen, die eine neue Erschütterung bewirken, indem sie sich an die Platte setzen [1]); dergleichen kommen aus erkaltendem Wasser nicht zum Vorschein.

1) Die vom Boden des Gefäſses aufsteigenden Blasen steigen nicht senkrec in die Höhe, sondern weichen von der verticalen Linie ab, und ziehen Platte und deren Rand in die Höhe, wie ich manchmal beobachtet h

Digitized by Google

Dieser Uebelstand kann vermieden werden, wenn man Wasser anwendet, das durch vorheriges Kochen gröſstentheils von Luft befreit worden ist; aber die andere Fehlerquelle bleibt doch. Die Mischung des Wassers ist desto weniger homogen, als die Theilchen in Temperatur verschieden sind, und dieses schadet sehr. Es war dieſs am deutlichsten, als ich, um das durch Verdampfung fortgegangene Wasser zu ersetzen, oder um die Temperatur etwas schneller zum Sinken zu bringen, kaltes Wasser hinzugoſs, wovon ich denn auch bald ganz zurückkam, denn das zum Abreiſsen erforderliche Gewicht verminderte sich auſserordentlich. Wassertheilchen, welche eine andere Temperatur besitzen, bewirken ebenso eine ungleichmäſsige Mischung als einige Tropfen Säure. Aus dieser Heterogenität ist erklärlich, weshalb der Zusatz von $\frac{1}{160}$ an Schwefelsäure oder Kali die Adhäsion der Platte um ein Sechstel schwächte, nicht, wie Ruhland meinte, aus der Wirkung dieser Substanzen. Auch Frankenheim hat diese Ansicht verworfen, und durch seine Versuche bewiesen, daſs sie falsch ist. Ich glaube jedoch nicht, daſs man seiner Erklärung unbedingt beitreten dürfe, und bin der Meinung, daſs man, wie gesagt, die Thatsache eher aus der Heterogenität der Flüssigkeit erklären müsse. Aus der nämlichen Ursache muſs auch dafür gesorgt werden, daſs die Platte dieselbe Temperatur habe als das Wasser; darum lieſs ich die Platte immer einige Zeit mit der Oberfläche in Berührung, ehe ich die Beobachtung anstellte, und lieſs sie auch, nach dem Abreiſsen, der Oberfläche sehr nahe und in dem sich daraus entwickelnden Dampfe.

Je mehr die Temperatur stieg, desto ungewisser und schwankender waren die Resultate, da die Bewegung der Theilchen, wegen schnellerer Verdampfung, immer rascher wurde; auch hatte der Dampf bei 90° schon eine solche Spannung, daſs er sichtbare Vibrationen in der Flüssigkeit erregte; endlich verdichtete sich dann auch der Dampf an der oberen Fläche der Platte, machte diese schwerer und lieſs also zu groſse Werthe finden. Diesem war zwar durch

Digitized by Google

Abtrocknen abzuhelfen, allein es ist klar, daſs man hiedurch keine Compensation der Fehler erwarten konnte. Die Beobachtungen durften nicht auf diese Weise angestellt werden, sie muſsten verworfen werden, da die Condensation bewieſs, daſs die Platte nicht gleiche Temperatur mit dem Wasser hatte. Im Allgemeinen fand ich zwischen 90° und 100° kleinere Werthe, als mit der Formel $p = \alpha - \beta t$ überein kamen, wenn die Constanten aus den übrigen Beobachtungen bestimmt wurden; wegen der Menge von Fehlerquellen, die sie mit sich führen, habe ich ihnen nicht Gewicht genug beigelegt, um noch ein drittes Glied $- \gamma t^2$ hinzuzufügen.

Ich werde nun meine Beobachtungen folgen lassen.

Saure Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd.

Dichtigkeit 1,125.

Temp. F.	Gewicht, beob. Gran.	Gewicht, berechn. nach I.	Unterschied.	Gewicht, berechn. nach II.	Unterschied.
81,5	10,72	10,77	+ 5	10,86	+14
76	10,98	10,90	− 8	10,98	0
72	10,92	10,98	+ 6	11,07	+15
70	11,15	11,02	−13	11,11	− 2
69	11,18	11,04	−14	11,13	− 5
57	11,34	11,28	− 6	11,37	+ 3
45	11,37	11,53	+16	11,61	+24
40	11,50	11,62	+12	11,71	+21
37	11,50	11,68	+18	11,77	+27
36	11,59	11,70	+11	11,80	+21
34	11,72	11,74	+ 2	11,84	+14
33	11,83	11,76	+ 7	11,86	+ 3
31,5	11,96	11,80	−16	11,89	− 7
27	11,90	11,89	− 1	11,98	+ 8
23	12,15	11,97	−18	12,07	− 8

I. Nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet

$$p = 12{,}43 - 0{,}0201\, t. \quad \text{C.}$$

II. Aus den Beobachtungen bei niederen Temperaturen

$$p = 12{,}55 - 0{,}021\, t. \quad \text{C.}$$

Digitized by Google

Lösung von reinem schwefelsaurem Kupferoxyd.
Dichtigkeit 1,212.

Temp. F.	Gewicht, beob.	Gewicht, beob.	Gewicht, berechn.	Unterschied.
200	11,86	11,83	11,84	− 2
192	11,77		11,93	+16
190	12,09		11,95	−14
182	12,12		12,03	− 9
162	12,18		12,25	+ 7
158	12,12		12,29	+ 7
156		12,19	12,31	+12
146	12,38		12,42	+ 4
140	12,38	12,18	12,48	+10
134	12,48		12,54	+ 6
132	12,51	12,60	12,56	
118	12,74	12,77	12,71	− 6
108	12,80		12,80	0
102		12,80	12,86	+ 6
90	12,77		12,98	+21
86	12,83		13,03	+20
80	13,06		13,10	+ 4
78	13,10		13,12	+ 2
70	13,16		13,21	+ 5
68	13,19		13,23	+ 4
66	13,37		13,26	−11
64	13,40		13,30	−10

Berechnet nach der Formel

$p = 13,65 - 0,011\,(t - 32^\circ)$. F.

$p = 13,65 - 0,02\,t$. C.

Lösung von schwefelsaurem Natron.
Dichtigkeit 1,160.

Temp. F.	Gewicht beobacht.	Gewicht berechn.	Unterschied.	Temp. F.	Gewicht beobacht.	Gewicht berechn.	Unterschied.
72°	12,16	12,04	−12	118°	11,43	11,57	+14
76	12,02	12,00	− 2	132	11,43	11,43	0
76	11,87	11,99	+12	134	11,35	11,41	+ 6
78	11,84	11,97	+13	144	11,35	11,31	− 4
80	11,70	11,95	+25	146	11,23	11,29	+ 6
80	11,64	11,95	+31	156	11,23	11,19	− 4
86	11,64	11,89	+25	158	11,11	11,17	+ 6
88	11,76	11,87	+11	168	11,05	11,07	+ 2
90	11,54	11,85	+31	176	11,05	10,99	− 6
94	11,54	11,81	+27	182	10,79	10,93	+14
98	11,51	11,77	+26	190	10,67	10,85	+17
102	11,48	11,73	+25	192	10,57	10,83	+26
108	11,48	11,67	+19	200	10,56	10,75	+18
110	11,31	11,65	+34				

Berechnet nach

$p = 12,44 - 0,01\,(t - 32^\circ)$. F.

$p = 12,44 - 0,018\,t$. C.

Digitized by Google

Lösung von schwefelsaurem Natron.

Dichtigkeit = 1,065.

Temp. F.	Gewicht beobacht.	Gewicht berechn.	Unterschied.	Temp. F.	Gewicht beobacht.	Gewicht berechn.	Unterschied.
59°,5	5,74	5,77	+ 3	36°	6,21	6,15	− 6
55	5,90	5,84	− 6	33	6,21	6,20	− 1
54	5,90	5,86	− 4	33,5	6,26	6,19	− 7
51	5,88	5,90	+ 2	33	6,26	6,20	− 6
51	5,91	5,90	− 1	30	6,32	6,25	− 7
47	5,91	5,96	+ 5	29	6,37	6,27	−10
44	5,98	6,00	+ 2	24	6,39	6,35	− 4
44	5,98	6,00	+ 2	22,5	6,39	6,37	− 2
42	5,92	6,03	+11	21	6,45	6,40	− 5
39	5,98	6,08	+10	18	6,43	6,45	+ 3
38	6,04	6,09	+ 5	16,5	6,63	6,47	
36	6,11	6,15	+ 4	16	6,75	6,49	
				14	6,81	6,52	

Berechnet nach der Formel

$p = 6{,}75 - 0{,}0166\,t.$ C.

Reines Wasser.

Temp. F.	Beobachtet Reihe I.	Beobachtet Reihe II.	Berechnet nach I.	Untersch. mit dem Mittel der Beobacht.	Berechnet nach II.	Untersch. mit dem Mittel der Beobacht.
208°	11,05	11,02	11,19	+16	11,07	+ 3
204	10,93	10,93	11,24	+31	11,13	+20
200	11,34	11,25	11,30	0	11,20	−10
199	11,40	11,64	11,31	−31	11,21	−33
194	11,27		11,39	+12	11,30	+ 3
190	11,43	11,37	11,45	+ 5	11,37	− 3
186	11,49	11,37	11,50	+ 7	11,43	0
186		11,46	11,50	+ 4	11,43	− 3
178	11,67		11,61	− 6	11,57	−10
176	11,70		11,64	− 6	11,60	−10
173	11,86		11,69	−17	11,65	−21
170	11,89	11,70	11,74	− 6	11,70	−10
166		11,76	11,80	+ 4	11,77	+ 1
160	11,96	11,82	11,89	0	11,85	+ 4
153	12,24	11,90	12,00	− 7	11,96	− 9
142		12,14	12,16	+ 2	12,15	+ 1
138		12,20	12,22	+ 2	12,21	+ 1
130		12,35	12,34	− 1	12,34	− 1
110	12,47		12,64	+17	12,67	+20
108	12,53		12,67	+14	12,70	+17
106	12,59	12,47	12,70	+17	12,73	+20
62		13,52	13,37	−15	13,43	− 9
62	13,52	13,46	13,37	−10	13,43	− 4

Formel I ist

$p = 14{,}28 - 0{,}0149\,t.$ F.

$p = 13{,}81 - 0{,}0268\,t.$ C.

Digitized by Google

Reines Wasser.

Temp. F.	Beobachtet Reihe I.	Beobachtet Reihe II.	Berechnet nach I.	Unterschied.	Berechnet nach II.	Unterschied.
116°	12,24		12,65	+41	12,57	+33
108	12,41		12,77	+36	12,70	+29
103	12,94		12,83	−11	12,78	−16
99,5	12,94		12,90	− 4	12,85	− 9
97		13,03	12,94	− 9	12,88	−15
95		13,09	12,97	−12	12,90	−18
93	12,94	13,11	13,03		12,94	− 8
89	13,07	13,13	13,09	− 2	13,01	− 9
85	13,12	13,15	13,13	− 1	13,07	− 6
84		13,16	13,14	− 2	13,09	− 7
82,5		13,19	13,16	− 3	13,11	− 8
82	13,12		13,17	+ 5	13,12	0
79		13,26	13,21	− 5	13,17	− 9
76		13,27	13,26	− 1	13,22	− 5
74		13,30	13,29	− 1	13,25	− 5
71	13,29	13,29	13,33	+ 4	13,30	+ 1
69	13,32	13,26	13,36	+ 6	13,33	+ 4
67,5	13,35		13,39	+ 4	13,35	0
67	13,32	13,32	13,39	+ 7	13,36	+ 4
66	13,38	13,37	13,40	+ 2	13,38	
66	13,39	13,40	13,41	+ 1	13,38	− 2
65	13,42	13,42	13,42		13,39	− 3
63	13,32		13,45	+13	13,42	+10
61,5	13,51		13,48	− 3	13,44	− 7
61	13,48		13,49	+ 1	13,45	− 3
60	13,52	13,52	13,50	− 2	13,47	− 5
50	13,69		13,65	− 4	13,64	− 5

Formel I $p = 13{,}92 - 0{,}0271\,t$. C.

Formel II $p = 13{,}94 - 0{,}0293\,t$. C.

Die Endresultate zeigt nachstehende Tafel, welche in etwas abgeänderter Form die auf Seite 58 meiner Dissertation ist.

Flüssigkeit.	Beobacht. Gew. $p = \alpha - \beta t$.	Dichtigkeit.	Gröſse der Platte. Qdr.millim.	Werthe von a^2.
Kupfervitriol, sauer	$12{,}55 - 0{,}021t$	1,125	2463	$10{,}26 - 0{,}0343t$
Kupfervitriol	$13{,}65 - 0{,}02t$	1,212	2500	$10{,}15 - 0{,}0297t$
Glaubersalz	$12{,}44 - 0{,}018t$	1,160	2463	$9{,}472 - 0{,}0274t$
Glaubersalz	$6{,}75 - 0{,}017t$	1,065	1250	$12{,}86 - 0{,}0632t$
Wasser 10°—40° C.	13,92 − 0,0[illegible]	[illegible]	2500	$15{,}50 - 0{,}06t$
Wasser 17°—94° C.	13,81 − [illegible]	[illegible]	2463	$15{,}80 - 0{,}0614t$

Digitized by Google

Die Gröſse a^2 ist aus den Poisson'schen Formeln berechnet, so wie ich sie a. a. O. p. 38 entwickelt habe. Mein Coëfficient ist also mehr als doppelt so groſs als der Brunner'sche. Ist dieſs nun allein der Ungenauigkeit meiner Beobachtungen oder der Methode selbst zuzuschreiben? Wider die erstere Vermuthung muſs ich meine Beobachtungen in Schutz nehmen; jedenfalls bin ich dem Brunner'schen Werthe viel näher gekommen als Achard, dessen Schrift ich nicht gelesen habe, sondern von der ich nur die im Gehler'schen Wörterbuch mitgetheilten zwei Beobachtungen kenne, aus denen geschlossen wird $\beta = \frac{1}{100}\alpha$. Bei mir ist β noch nicht $= \frac{1}{250}\alpha$.

Frankenheim (Cohäsionslehre S. 87) sagt von Achard: »Er giebt eine Formel, nach welcher die Abnahme arithmetisch ist, und Rechnung und Beobachtung stimmen bis auf eine verschwindende Differenz mit einander überein. Auf 100° berechnet, würde M um nicht weniger als 0,29 seines Werthes bei 0° abgenommen haben, und D, das bei 0° $=15,0$ ist, müſste bei 100° nur etwa 8,4 Millimeter betragen. Wer die Uebereinstimmung seiner Versuche mit einer Theorie erwartet, der findet sie gewöhnlich trotz Waage und Maaſsstab, besonders wenn die Wahl unter mehren von einander abweichenden Beobachtungen dem eignen Ermessen überlassen bleibt.«

Es ist jedoch sonderbar, daſs der Coëfficient derselbe, nur wenig gröſser ist als ich ihn gefunden habe. Ich habe in meiner Dissertation die Versuche von Achard gar nicht beachtet, weil ich sie, nach obigem Urtheile von Frankenheim, sogleich für ganz werthlos hielt. Wegen der anderen Form, in der ich damals die obige Formel gegeben hatte, bemerkte ich die groſse Uebereinstimmung nicht, indem ich meine Coëfficienten nicht so berechnet hatte, daſs sie vergleichbar waren. Die Versuche von Achard sind übrigens auch mit Adhäsionsplatten angestellt, und gilt also von ihnen, was ich von den meinigen sagen werde.

Berechnet man nämlich die Gröſse a^2 aus der von Poisson gegebenen Formel:

Digitized by Google

$$a = \frac{p}{\pi\mu r^2 \sqrt{2}}\left(1 + \frac{\pi\mu a^2 r}{3p}\right),$$

so ist bei Untersuchungen, wie die unserigen, nicht erlaubt $\mu = 1$ zu setzen. Dieſs aber habe ich bei Ausarbeitung meiner Dissertation gethan, und hätte mir von Herrn Dr. Brunner übel gedeutet werden können. Ich hätte erstlich p für jede Temperatur mit dem dazugehörigen μ dividiren, und aus dem so erhaltenen Quotienten eine Formel

$$\frac{p}{\mu} = \alpha - \beta t$$

berechnen müssen, dann aber aus $\alpha - \beta t$ den Werth von a^2 nach:

$$a^2 = \frac{(\alpha - \beta t)^2}{2(\pi r)^2}\left(1 + \frac{2\pi a^2 r}{3(\alpha - \beta t)}\right),$$

und also für $t = 0$

$$a^2 = \frac{P^2}{2(\pi r)^2}\left(1 + \frac{2\pi a^2 r}{3P}\right).$$

Das zweite Glied habe ich wegen seiner Kleinheit vernachlässigt, und bin dann mittelst des ersten zu dem Ausdruck gelangt:

$$a^2 = \frac{\alpha}{2(\pi r^2)} - \frac{\alpha\beta}{(\pi r^2)^2} t = A - Bt,$$

wo

$$A = \frac{\alpha}{2\pi r^2} \text{ und } B = \frac{\alpha\beta}{(\pi r^2)^2}.$$

Suchen wir zunächst die Werthe von α und β für die Beobachtungen S. 185, so haben wir die Gleichungen

$$332{,}52 - 25\alpha + 614\beta = 0$$

und

$$813574 - 614\alpha + 16580\beta = 0$$

nach der Methode der kleinsten Quadrate, also:

$$\alpha = \frac{p}{\mu} = 138074 - 0{,}020628t \quad \ldots\ldots \quad (I),$$

und folglich für diese Reihe

$$a^2 = 15{,}2515 - 0{,}045573t.$$

Für die Reihe auf S. 186 haben wir ebenso die Gleichungen

$$255{,}34 - 21\alpha + 1489{,}4\beta = 0$$

und

$$17909{,}395 - 1489{,}4\alpha + 115040\beta = 0,$$

woraus

$$\alpha = \frac{p}{\mu} = 13{,}667 - 0{,}021264t \quad \ldots\ldots \quad (II)$$

Digitized by Google

und

$$a^2 = 15,395 - 0,04773t.$$

Die folgende Tafel zeigt die Uebereinstimmung dieser Formeln mit jeder der Reihen.

Erste Reihe.

Temp.	p	$\frac{p}{\mu}$.	$\frac{p}{\mu}$ aus I.	Unterschied.	$\frac{99}{100}\frac{p}{\mu}$ a. III.	Unterschied.
97°,8 C.	11,035	11,49	11,59	+10	11,57	+10
95 ,6	10,93	11,36	11,63	+27	11,63	+27
93 ,3	11,295	11,72	11,68	− 4	11,68	− 4
92 ,8	11,52	11,95	11,69	−26	11,69	−26
90 ,0	11,27	11,67	11,75	+ 8	11,75	+ 8
87 ,8	11,40	11,79	11,80	+ 1	11,80	+ 1
85 ,6	11,44	11,81	11,84	+ 3	11,85	+ 4
81 ,1	11,67	12,02	11,94	− 8	11,95	− 7
80 ,0	11,70	12,04	11,96	− 8	11,97	− 7
78 ,3	11,86	12,19	12,00	−19	12,005	−18,5
76 ,7	11,795	12,11	12,04	− 7	12,04	− 7
74 ,4	11,76	12,06	12,08	+ 2	12,085	+ 2,5
71 ,1	11,89	12,17	12,16	− 1	12,165	− 0,5
67 ,2	12,07	12,32	12,24	− 8	12,245	− 7,5
61 ,1	12,14	12,35	12,37	+ 2	12,38	+ 3
58 ,9	12,20	12,40	12,42	+ 2	12,425	+ 2,5
54 ,4	12,35	12,52	12,51	− 1	12,52	0
43 ,3	12,47	12,58	12,75	+17	12,755	+17,5
42 ,2	12,53	12,64	12,78	+14	12,775	+13,5
41 ,1	12,53	12,63	12,80	+17	12,81	+18
16 ,7	13,50	13,52	13,31	−20	13,34	−18

Zweite Reihe.

Temp.	p.	$\frac{p}{\mu}$.	$\frac{p}{\mu}$ aus II.	Unterschied.	$\frac{p}{\mu}$ aus III.	Unterschied.
39°,5 C.	12,94	13,035	12,99	−4,5	12,975	−6,5
37	12,94	13,025	13,03	+0,5	13,03	+0,5
36	13,03	13,11	13,055	−5,5	13,05	−6
35	13,09	13,17	13,075	−9,5	13,07	−10
34	13,025	13,10	13,10	0	13,095	−0,5
32	13,10	13,16	13,14	−2	13,135	−2,5
29 ,5	13,12	13,175	13,20	+2,5	13,19	+1,5
29	13,16	13,21	13,21	0	13,20	−1
28	13,19	13,24	13,23	−1	13,22	−2
27 ,5	13,12	13,17	13,24	+7	13,23	+6
26	13,26	13,30	13,27	−3	13,26	−4
24 ,5	13,27	13,31	13,30	−1	13,30	−1
23 ,5	13,30	13,335	13,32	−1,5	13,32	−1,5
21 ,5	13,29	13,32	13,36	+4	13,365	+4,5
20 ,5	13,28	13,305	13,38	+7,5	13,385	+8

Digitized by Google

Temp.	p.	$\frac{p}{\mu}$.	$\frac{p}{\mu}$ aus II.	Unterschied.	$\frac{p}{\mu}$ aus III.	Unterschied.
20° C.	13,35	13,375	13,395	+ 2	13,395	+ 2
19 ,5	13,32	13,345	13,405	+ 6	13,41	+ 6,5
19	13,375	13,40	13,415	+ 1,5	13,42	+ 2
19	13,395	13,415	13,415	0	13,42	+ 0,5
18 ,5	13,42	13,44	13,425	− 1,5	13,43	− 1
17 ,5	13,32	13,34	13,44	+10	13,45	+11
16	13,51	13,525	13,485	− 4	13,485	− 4
15 ,5	13,48	13,49	13,49	+ 0	13,495	+ 0,5
15 ,5	13,52	13,55	13,49	− 4	13,495	− 3,5
10	13,69	13,695	13,60	− 9,5	13,615	− 8

Die vorletzte Spalte enthält die berechneten Werthe für $\frac{p}{\mu}$, wenn ich die zwei Beobachtungsreihen combinire, und zwar auf folgende Weise:

Die erste Reihe ist mit der runden Platte von 2463 Quadratmillimeter angestellt, die zweite mit der viereckigen von 2500 Quadratmillimeter. Wir sehen aber den Einfluſs und Nachtheil der Form der viereckigen Platte. Obgleich diese Platte die Gröſse P um $1\frac{1}{2}$ Hundertel hätte gröſser geben müssen, giebt sie sie nur um ein Hundertel gröſser. Indeſs ist $13{,}667 + 0{,}137 = 13{,}804$, nicht abweichend genug von 13,807, um deshalb die Rechnung complicirter zu machen. Ich habe also angenommen, eine viereckige Platte gebe $\frac{1}{200}$ weniger als eine runde von der nämlichen Gröſse, daſs demnach die Angaben meiner runden Platte um $\frac{1}{100} = (\frac{1,5}{100} - \frac{1}{200})$ zu erhöhen seyen, um mit den Angabrn meiner viereckigen Platte verglichen werden zu können. Multiplicire ich nun jedes für die erste Reihe gegebene $\frac{p}{\mu}$ mit 1,01, oder, was dasselbe ist, ändere ich in den Gleichungen

$$255{,}34 = \Sigma\frac{p}{\mu} \text{ in } 257{,}89 = 1{,}01 \times 255{,}34$$

und

$$17909{,}395 \text{ in } 18088{,}489,$$

so kann ich die Gleichungen der ersten Reihe mit denen der zweiten combiniren, und daraus α und β herleiten. So erhalte ich

$$590{,}46 - 46\alpha + 2103{,}4\beta = 0$$

Digitized by Google

und

$$26224236 - 2103{,}4\alpha + 131620\beta = 0,$$

und daraus

$$\alpha = 13{,}832\ ,\ \beta = 0{,}0218;$$

also

$$\frac{p}{\mu} = 13{,}832 - 0{,}0218t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\mathrm{III})$$

und

$$a^2 = 15^{\mathrm{mm}}{,}306 - 0{,}04824t.$$

Nach der Formel (III) für $\frac{p}{\mu}$ sind nun die gesammten Werthe der vorletzten Spalte berechnet worden; ich habe indeſs die berechneten Werthe, um sie mit den beobachteten der ersten Reihe zu vergleichen, multiplicirt mit 0,99. Die letzte Spalte giebt dann den Unterschied des jedesmaligen $\frac{p}{\mu}$ für die zweite Reihe mit dem nach der Formel (III) berechneten, und für die erste Reihe mit 0,99 des eben so berechneten $\frac{p}{\mu}$.

Nun stimmen die verschiedenen a^2 sowohl unter sich als mit den von anderen Beobachtern gefundenen Werthen sehr gut. *Haec experimenta licet non tam bene cum formulis conveniant*, sagte ich damals, und, obgleich sie nach vorstehender Berichtigung viel besser stimmen, sage ich es noch jetzt, *ut non meliora expectanda sint, tamen efficaciam caloris omni dubio majorem faciunt: ulteriores disquisitiones indicare dicere debebunt, quomodo numeri coëfficientes α et β pro variis liquidis varii sint ab eorumque natura pendeant.*

Ueber die Abhängigkeit der Constanten A und B von der Natur der Flüssigkeit, glaube ich mit Hrn. Dr. Brunner, daſs sie noch wenig bekannt ist. Die Vermuthung von Frankenheim halte ich noch nicht für genug bestätigt, um mit ihm anzunehmen, daſs das Product aus a^2, d. h. A_0 in dem Brechungsindex, eine constante Zahl sey. Ich habe sie a. a. O. p. 28 nur bezweifelt, konnte sie aber nicht verneinen, weil mir die interessanten Beobachtungen des Hrn. Prof. Mitscherlich nicht bekannt waren.

Digitized by Google

Auch die Formel, durch welche **Frankenheim** a^2 mit der Dichtigkeit verbindet (Cohäsionslehre S. 88), ist fehlerhaft. Ich habe sie darum p. 29 verworfen, und daran die Berechnungen von **Kopp** [1]) ausgeführt nach der Interpolationsformel

$$a^2 = \frac{A\alpha + B\beta}{A + B},$$

worin A und B die Mengen der beiden Stoffe bezeichnen, α die Gröſse a^2 für den einen und β die für den anderen ist.

Dieſs giebt für einige verdünnte Säuren die folgenden Resultate:

Temp.	Spec. Gew. ϱ.	Wasser in 100; B.	a^2 beobacht.	a^2 berechnet.	Unterschied.
			Salpetersäure.		
16° C.	1,500	2,3	5,70	5,70	0,00
16	1,432	31,7	7,50	7,68	+0,88
16	1,372	35,2	8,80	8,92	+0,12
8 ,5	1,369	35,5	9,24	8,94	−0,30
8 ,5	1,275	53,7	10,73	10,55	−0,18
19	1,271	54,0	10,65	10,64	−0,01
13	1,223	61,7	11,30	11,34	+0,04
2 ,5	1,147	63,9	12,48	12,45	−0,03
19	1,117	79,2	12,71	12,92	+0,21
8 ,5	1,089	87,1	13,47	13,38	−0,00
			Schwefelsäure.		
14 ,5	1,849	13,5	6,85	6,85	0,00
17 ,5	1,782	13,5	8,30	7,92	+0,38
17 ,5	1,609	29,0	9,40	9,17	−0,23
17 ,5	1,522	37,6	10,00	9,77	−0,23
17 ,5	1,382	50,7	11,50	10,90	−0,60
17 ,5	1,195	73,0	12,74	12,68	−0,60
17 ,5	1,127	81,7	13,41	13,38	−0,03
			Chlorwasserstoffsäure.		
17 ,5	1,153	26,8	12,40	12,40	0,00
17 ,5	1,113	25,8	12,90	13,03	+0,13
17 ,5	1,057	62,5	13,90	12,92	+0,02

$A+B$ ist hier $=100$, ferner ist α die Capillarität der Säure (die bei der Salpetersäure natürlich hypothetisch ist,

da

1) Ueber die Modification der mittleren Eigenschaft S. 170.

Digitized by Google

da N^2O^5 nicht für sich besteht) und β die des Wassers. Ich glaube wir werden uns fürs erste noch mit solchen Interpolationsformeln begnügen müssen. Die Temperatur ist nicht berücksichtigt worden.

Noch kann ich nicht die Einwürfe übergehen, welche Donny gegen die Methode zur Bestimmung der Synaphie bei Flüssigkeiten erhebt [1]). Sehr geneigt bin ich, ihm einzuräumen, daſs die eingeschlossene Luft die Synaphie sehr verändern könne, aber so finden wir denn doch immer die Synaphie für lufthaltige Flüssigkeiten. Die Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung, und auch die Uebereinstimmung der Capillarhöhe aus Beobachtungen mit Adhäsionsplatten ist doch so groſs, daſs sie nicht zufällig seyn kann. Wir brauchen uns auch nicht durch die von Hrn. Donny gemachten Einwürfe einschüchtern zu lassen.

Wenn anders ich es richtig verstehe, sonst würde meine Bemerkung keinen Werth haben, senkte er das Gefäſs, dessen Flüssigkeit die Adhäsionsplatte berührte, während diese letztere befestigt war. Hiebei war es leicht die Flüssigkeit zu einer dünnen Säule auszuziehen, sobald es nur mit Vorsicht geschah, indem kein ziehendes Gewicht vorhanden war, welches immer und immer kräftiger wirkte. Bei den Beobachtungen mit den Adhäsionsplatten aber wird nur sehr wenig, etwa ein Zehntel der Platte von der Flüssigkeit verlassen, bei einer runden Platte nicht einmal so viel, und wenn die Flüssigkeit sich weiter zurückzieht, wird das nämliche Gewicht, welches nun an einer dünneren Säule hängen würde, sie immer noch dünner zu machen streben, wie es auch geschieht. Man kann dann nichts mehr auflegen, und man miſst also das Gewicht, das erforderlich ist, um die erste Verringerung des Querschnitts der Säule zu bewirken, gerade so wie man es wünscht. Der Einwurf des Hrn. Donny trifft also nicht.

Es verhält sich gerade so, wie mit einem Metalldraht nach Wertheim's Beobachtungen [2]). Wenn dieser ein-

1) *Mémoire sur la cohésion des liquides etc.* (Ann., Bd. 67, S. 562.)
2) Annalen, Ergänzungsband II, Heft I.

Digitized by Google

mal durch ein Gewicht eine bleibende Verlängerung, also auch eine bleibende Verringerung seines Durchmessers erfahren hat, wird er durch ein und dasselbe Gewicht immer dünner werden und zuletzt zerreiſsen. Der nämliche Fall tritt bei Flüssigkeiten ein, nur schneller. Was Hr. Donny in seiner trefflichen Abhandlung gesagt hat, ist ganz richtig, nur bildet es keinen Einwurf gegen die Methode, die Synaphie durch Adhäsionsplatten zu bestimmen.

II. *Ueber gewisse Erscheinungen beim Volta'schen Glühen, und die Zersetzung des Wassers durch Hitze; von W. R. Grove.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den *Philosoph. Transact. f.* 1847, *pt. I.*)

Im *Philosophical Magazine*, August 1841, empfahl ich zu eudiometrischen Zwecken den Gebrauch eines durch die Volta'sche Batterie in's Glühen versetzten Platindrahts. In Taf. I, Fig. 6, ist ein hiezu geeigneter Apparat abgebildet. Er besteht aus einer Röhre von böhmischem Glase, mit einem am oberen Ende eingeschmolzenen Bügel (*Loop*)* aus Platindraht von $\frac{1}{80}$ Zoll Durchmesser. Die Gröſse der Glasröhre muſs sich nach der zu untersuchenden Gasmenge richten; sie kann erforderlichenfalls sehr klein seyn, ein Achtelzoll weit; vermittelst eines Kupfer- oder Platindrahts oder Glasstabs, wie es dem Gase angemessen ist, kann man dieses in der Röhre zum Aufsteigen bringen. Eine Salpetersäure-Batterie aus zwei Zellen reicht vollkommen hin, den Draht in's Glühen zu bringen, und dieselbe Batterie liefert durch Elektrolyse reinen Sauer- und Wasserstoff zu der Analyse. Seit ich dieses Eudiometer vorschlug, habe ich selten ein anderes zu solchen Analysen angewandt, wo die zu untersuchenden Gase mit Sauerstoff oder Wasserstoff verbunden werden müssen. Es besitzt den Vorzug, daſs

Digitized by Google

es dem Experimentator erlaubt, die Gase entweder zu verpuffen oder langsam zu vereinigen, je nachdem er durch Einschaltung von Drähten verschiedene Stromstärken anwendet oder auch bloſs die Operation gehörig leitet, denn eine geübte Hand kann nach Belieben durch bloſse Aenderung der Schlieſsungsintervalle die Gase verpuffen oder ruhig vereinen. Gewöhnlich verfuhr ich so, daſs ich erstlich den Draht mäſsig erhitzte, bis die Gase sich zusammenzogen, und dann allmälig die Hitze bis zum Glühen steigerte; dadurch wurden alle Zwecke des Volta'schen Eudiometers ohne Detonation und ohne den miſslichen (*fickle*) elektrischen Funken erfüllt, so wie auch ohne dicke Röhren jede Gefahr des Zerspringens oder des Herumschleuderns der Gase entfernt.

Ich habe mit der Beschreibung dieses Eudiometers begonnen, da es indirect Veranlassung zu den in diesem Aufsatz auseinandergesetzten Versuchen gegeben hat; wegen seiner groſsen Bequemlichkeit, die noch nicht allgemein anerkannt ist, glaube ich den Chemikern einen Dienst zu erweisen, wenn ich es ihnen angelegentlichst empfehle.

In einem Aufsatz, der mit der Aufnahme in die *Philosoph. Transact. f.* 1845 (*p.* 358) beehrt wurde, habe ich eine andere, ebenfalls auf Volta'schem Glühen beruhende eudiometrische Methode angegeben [1]). Es wurde dadurch Kampherdampf in Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff zerlegt. Es war dieſs eine Anwendung des Volta'schen Erglühens, um analoge Effecte hervorzubringen, wie sie Priestley und Andere mittelst Durchleitung zusammengesetzter Gase durch glühende Porcellanröhren bewerkstelligt haben.

Allein der Volta'sche Proceſs hat unendliche Vorzüge: die Hitze läſst sich unvergleichlich intensiver machen, die zu untersuchende Dampf- oder Gasmenge kann unbegränzt klein genommen werden, Hähne und Verbindungsstücke sind überflüssig, und eine Endosmose, wie sie bei allen Porcellan- (? *P.*) Gefäſsen stattfindet, steht nicht zu besorgen.

1) Man wird diesen Aufsatz in dem nächstens erscheinenden dritten Hefte des Ergänzungsbandes II finden. *P.*

Digitized by Google

Ich beschloſs daher auf diese Weise mehre Gase zu untersuchen, sowohl um unter verschiedenen Umständen bekannte Resultate zu bestätigen, als auch um neue Thatsachen aufzusuchen. Ich gebrauchte ein Eudiometer (Fig. 6, Taf. I) von 8 Zoll Länge und 0,4 Zoll innerem Durchmesser, setzte darin die Gase einer intensiven Hitze aus, und analysirte darauf die Rückstände in einem Rohre von derselben Länge, aber nur 0,2 Durchmesser.

Zunächst will ich die physischen Wirkungen verschiedener Gase auf das Erglühen des Drahtes selbst betrachten.

In einem Aufsatz über den Gebrauch des Volta'schen Glühens zur Grubenbeleuchtung [1]) habe ich der auffallenden Wirkung erwähnt, welche der Wasserstoff in Schwächung des Glühens eines Platindrahts ausübt, in dem Maaſse, daſs ein in der atmosphärischen Luft voltaisch erglühender Draht scheinbar erlöscht, wenn man eine Glocke mit Wasserstoff darüber stülpt. Bei anderen Gasen sind die Wirkungen nicht so auffallend, und bei ihnen zeigen sich die Unterschiede am besten, wenn man ein Voltameter in die Kette einschaltet. Davy fand, daſs das Leitvermögen eines Drahts im Verhältniſs zum Grade seiner Erhitzung abnimmt. Angenommen die Richtigkeit dieses Satzes [2]), würde die Gasmenge im Voltameter sich umgekehrt wie die Stärke des Glühens des Drahtes verhalten. Folgendes ist das Resultat, welches ich mit verschiedenen Gasen erhielt, unter Anwendung einer selben Batterie (der Salpetersäure-Batterie in ihrer constantesten Periode), eines selben Drahts und eines selben Gefäſses.

Draht in:	Gas im Voltameter pro Minute	Draht in:	Gas im Voltameter pro Minute.
Wasserstoffgas	7,7 Kbzoll	Atmosph. Luft, doppelt verdichtet	6,5 Kbzoll
Oelbildendes Gas	7,0	Stickgas	6,4
Kohlenoxydgas	6,6	Atmosphärischer Luft	6,4
Kohlensäuregas	6,6	dito verdünnt	6,3
Sauerstoffgas	6,5	Chlorgas	6,1

1) *Philosoph. Magazine, December* 1845.

2) Streng ist er nicht, wie die Messungen von Lenz (Annalen, Bd. 34, S. 418 und Bd. 45, S. 105) darthun. *P.*

Digitized by Google

Um zu ermitteln, in welchem Verhältniſs die von derselben Batterie und demselben Draht erzeugte Wärme in Gasen stehe, die in dem Leuchten des Platindrahts auffallende Unterschiede zeigten, construirte ich einen Apparat, worin die Kugel eines Thermometers einen gewissen Abstand hatte von einem durch eine Batterie von vier Zellen in's Glühen versetzten Drahtgewinde, und zwar zuerst umgeben von einer Atmosphäre aus Wasserstoff und dann von einer aus atmosphärischer Luft, bei gleicher Temperatur und gleichem Druck. In fünf Minuten stieg das Thermometer im Wasserstoffgas 7° ½ und in der Luft 15°. Die wärmenden und leuchtenden Wirkungen scheinen also in der atmosphärischen Luft gröſser als im Wasserstoff zu seyn.

Die Unterschiede in obiger Tafel weiſs ich nicht genügend zu erklären. Im Ganzen scheint die Tendenz zum Glühen in den elektronegativen Gasen gröſser zu seyn als in den brennbaren; allein zu einer Verallgemeinerung sind der Thatsachen noch zu wenig. Anfangs war ich geneigt, den Unterschied der Wirkung beim Wasserstoff für analog der von Leslie bei der Schallfortpflanzung erwähnten Eigenthümlichkeit dieses Gases zu halten [1]); allein die Parallele hält nicht Stich. Der Schall wird durch verdünnte Luft, so gut wie durch Wasserstoff unvollkommen fortgepflanzt, dagegen ist die Hitze des glühenden Drahts am intensivsten in jener, und am schwächsten in diesem. Die Hitze wird auch sehr geschwächt in Wasserstoffverbindungen, z. B. Ammoniak und ölbildendem Gase, selbst durch geringe Beimischungen von Wasserstoff zu anderen Gasen, z. B. Stickgas. Der Wasserstoff scheint demnach in dieser Beziehung eine eigenthümliche und specifische Wirkung auszuüben [2]).

1) *Transact. of the Cambridge Philosoph. Society, Vol. I., p.* 267.

2) Das Erkalten eines galvanisch glühenden Drahts in verschiedenen Gasen geschieht wohl *mutatis mutandis* nach denselben Gesetzen, welche Dulong und Petit für das Erkalten eines auf gewöhnliche Weise erhitzten Körpers festgestellt haben. Auf einen so erhitzten Körper wirkt auch das Wasserstoffgas am schnellsten erkaltend, dann folgt ölbildendes Gas, Kohlensäure etc. (*Ann. de chim. et de phys.* (1817), *T. VII, p.* 351.)

P.

Digitized by Google

Ich schreite nun zur Betrachtung der Effecte des glühenden Drahts auf verschiedene Gase. In jedem Fall wurde das Glühen bis auf's Aeuſserste getrieben, und das Gas, nachdem es diesem Glühen ausgesetzt worden, auf seine anfängliche Temperatur erkalten gelassen.

Wenn die Versuche über Wasser angestellt wurden, war das Eudiometer ganz untergetaucht in ein Gefäſs mit destillirtem Wasser, und dieses zuweilen mit einer zolldicken Oelschicht übergossen (Taf. I, Fig. 7) [1]. Wenn Quecksilber oder ein langes Glühen erforderlich war, wurde eine gebogene Röhre, wie Fig. 8, angewandt, und diese mit ihrem verschlossenen Ende in Wasser und Oel getaucht, um die sonst eintretende Schmelzung des Glases zu verhüten.

Die Röhren kann man leichter vor dem Zerspringen schützen und das Glühen besser unterhalten, wenn, statt des Wassers, Oel auſserhalb ist; allein da ich bei vielen Versuchen durch einen etwaigen Riſs im Glase oder durch ein schlechtes Einschmelzen des Drahts bedeutend irregeleitet seyn würde, indem Oel in die Röhre eingetreten wäre, so gebrauchte ich in den meisten Fällen Wasser, bis ich mich der Erscheinungen versichert hatte.

Der Apparat Fig. 8 ist in einer Hinsicht vorzüglicher als der Fig. 7, selbst für Versuche über Wasser, da, weil der Draht sich unter dem Wasservolum befindet, die Circulation rascher ist. Dasselbe bewirkt man auch durch Anwendung des Eudiometers Fig. 9, in welchem der Platindraht in der Mitte der Röhre angebracht ist, um eben über der Oberfläche des Wassers zu seyn. Diese Form hat jedoch in der Handhabung einige Schwierigkeiten, welche sie practisch von geringerem Werthe macht als Fig. 6.

Stickstoffoxyd zog sich, über destillirtem Wasser, im Verhältniſs zur Hitze verschiedentlich zusammen; bei dem besten Versuch betrug der Zusammenzug ein Drittel seines anfänglichen Volums. Das rückständige Gas war Stickstoff.

1) In dieser und in den Fig. 8 und 10 bedeuten die Striche von dem Platindraht zu den Quecksilbernäpfen Kupferdrähte.

Digitized by Google

Im Wasser fand sich Salpetersäure gelöst. — Ueber Quecksilber waren die Wirkungen nahe dieselben. Das Quecksilber war angegriffen, und es zeigten sich rothe Dämpfe von salpetriger Säure.

Stickstoffoxydul wurde in Stickstoff und Sauerstoff zerlegt. Das Volum vergröſserte sich um 0,35 des anfänglichen. Die volle Vergröſserung, um 0,5 Sauerstoff, konnte ich nicht erreichen.

Kohlensäure erlitt keine wahrnehmbare Veränderung.

Ammoniak vergröſserte sich zum Doppelten seines anfänglichen Volums; es war nun nicht mehr verschluckbar vom Wasser, und bestand aus 3 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Stickstoff.

Oelbildendes Gas zog sich etwas zusammen und setzte Kohle ab. Der Rückstand war Wasserstoff und ölbildendes Gas; je gröſser die Hitze desto mehr vom ersteren, doch gelang es nicht das erstere ganz zu zersetzen.

Stickgas erlitt keine Aenderung.

Sauerstoff erfuhr eine schwache Zusammenziehung, $\frac{1}{50}$ seines Volums betragend. Der angewandte Sauerstoff war sehr rein, aus chlorsaurem Kali und Manganhyperoxyd dargestellt, auch durch Elektrolyse aus Wasser erhalten. Nachdem es dem glühenden Draht ausgesetzt worden, zeigte es sich in seinen Eigenschaften nicht verändert. Die Zusammenziehung bin ich geneigt einem geringen Gehalt an Wasserstoff zuzuschreiben, eine Ansicht, welche man, glaube ich, durch die sogleich zu beschreibende Wirkung des glühenden Drahts auf Wasserstoff bestätigt finden wird. Einmal dachte ich, die Zusammenziehung möchte von einer geringen Oxydation des Drahtes herrühren; allein sie stieg niemals über einen sehr bestimmten Punkt, auch änderte der Draht sich weder an Volum noch an Gewicht, obwohl er mehre Stunden im Glühen erhalten ward.

Chlor über Wasser gab weiſse Dämpfe, und an der Wandung der Röhre, nahe beim Platindraht, sammelte sich ein graugelbes unlösliches Pulver, welches von gleicher Natur wie die Dämpfe zu seyn schien. Der Niederschlag war in kal-

ter Salpetersäure, Schwefelsäure oder Salzsäure unlöslich, löste sich aber in letzterer beim Sieden. Die Dämpfe schienen auf das Lackmuspapier nicht zu wirken; zwar theilten sie demselben einen kaum merkbaren Stich in's Rothe mit, allein ich hatte alle Ursache dieses einer kleinen, vom Wasser nicht absorbirten Menge Salzsäure zuzuschreiben. In Betracht der vielen Versuche, die mit erhitztem Chlor angestellt worden sind, ist es wahrscheinlich ein bekanntes Product, obwohl ich in mehren, von mir zu Rathe gezogenen Büchern keine Substanz beschrieben finden kann, die auf dasselbe paſst. Sollte ich finden, daſs es eine neue Verbindung ist, werde ich wahrscheinlich die Untersuchung derselben wieder aufnehmen [1]).

Cyan gab, obwohl in sehr geringer Menge, einen etwas ähnlichen Niederschlag, allein bei der dann sehr hohen Temperatur begann es rasch auf das Quecksilber zu wirken, und nach einstündigem Glühen war ich genöthigt den Versuch aufzugeben. Beide Gase erfordern zur Untersuchung ihres Verhaltens beim Volta'schen Glühen neue, besonders eingerichtete Apparate.

Wasserstoff gab eine sehr bedeutende Zusammenziehung, in einigen Fällen ein Zehntel seines Volums betragend. Dieſs unerwartete Resultat wurde sorgfältig von mir untersucht. Es zeigte sich sowohl über Wasser als über Quecksilber, eher stärker mit ersterem, als mit letzterem. Ich erhielt es gleich gut mit Wasserstoff, der durch Elektrolyse aus sorgfältig destillirtem Wasser und reiner Schwefelsäure dargestellt, als mit dem, der durch gemeines oder destillirtes Zink und reiner, mit destillirtem Wasser verdünnter Schwefelsäure gewonnen worden war. Die Zusammenziehung war geringer, wenn das Wasser, aus welchem der Wasserstoff dargestellt wurde, durch Kochen und Auspumpen sorgfältig von Luft befreit worden war; allein, selbst wenn man das Wasser bis auf's Aeuſserste von Luft zu befreien gesucht hatte, blieb eine beträchtliche Zusammenziehung. Bei zahlreichen Versuchen über diesen Gegen-

1) Siehe den folgenden Aufſatz

stand schwankte die Zusammenziehung vom $\frac{1}{10}$ bis zum $\frac{1}{30}$ des anfänglichen Volums.

Nach manchen fruchtlosen Versuchen ergab sich als Ursache eine kleine Menge Sauerstoff, die der Wasserstoff in allen von mir untersuchten Fällen enthält. Phosphor in Wasserstoff gebracht, der mit der äuſsersten Sorgfalt dargestellt worden, giebt Dämpfe von phosphoriger Säure, leuchtet im Dunkeln und bewirkt eine schwache Zusammenziehung. Aber dennoch findet hernach bei Anwendung des glühenden Drahts eine fernere Zusammenziehung statt.

Als einfache Erläuterung der Schnelligkeit, mit welcher der Wasserstoff sich den Sauerstoff aneignet, will ich folgenden leichten Versuch anführen. Man sammle Wasserstoff über wohl von Luft befreitem Wasser, und lasse darin ein Stück Phosphor verweilen, bis alle Verbrennung aufgehört hat; der Wasserstoff wird dann mit Phosphordämpfen beladen seyn. Nun fülle man eine zweite Röhre mit (vermuthlich unausgekochtem — *P.*) Wasser und bringe den Wasserstoff rasch hinein; augenblicklich wird die zweite Röhre mit weiſsen Dämpfen von phosphoriger Säure erfüllt seyn, indem der Wasserstoff aus der von ihm durchstrichenen Wasserschicht sogleich Sauerstoff mit sich riſs.

Folgender Versuch wurde sehr sorgfältig angestellt. Destillirtes Wasser wurde mehre Stunden gekocht, dann dem Maaſse nach ein Vierzigstel reiner Schwefelsäure zugefügt und unter der Glocke einer Luftpumpe erkalten gelassen. Hierauf brachte man es in zwei Glasbecher, verbunden durch eine enge umgekehrte Röhre voll derselben Flüssigkeit, stellte in jedes Glas eine Platinelektrode und lieſs sogleich Wasserstoff in die Eudiometerröhren steigen (die zuvor offenbar in jenen Glasbechern mit demselben Wasser gefüllt, und über die mit einer Volta'schen Batterie verbundenen Platinplatten gestellt worden waren. — *P.*). Die ganze Operation geschah innerhalb 2 oder 3 Minuten nachdem das Wasser aus der Glocke herausgenommen war. Hier waren die gewöhnlichen Quellen der Unreinheit des Wasserstoffs entfernt; es wurde kein Zink gebraucht, die Schwe-

Digitized by Google

felsäure war rein, und deren Menge so gering, daſs wenn sie auch nicht rein gewesen wäre, doch der Fehler nur sehr unbedeutend seyn konnte. Dennoch zog sich das so erhaltene Wasserstoff um $\frac{1}{16}$ seines Volums zusammen.

Wasserstoff auf dieselbe Weise bereitet, einem Stück Phosphor ausgesetzt, gab dichte weiſse Dämpfe. Der Phosphor leuchtete im Dunklen länger als eine Stunde und zog das Gas um $\frac{1}{50}$ zusammen (nach sorgfältiger Berücksichtigung des Drucks und der Temperatur). Die durch den Draht bewirkte Zusammensetzung betrug folglich das Dreifache des dem Wasserstoff beigemengten Sauerstoffs, und der Sauerstoff betrug also $\frac{1}{48}$ des gesammten Volums. Der Platindraht bewirkt also eine gröſsere Sauerstoffabsorption als der Phosphor, so lange nicht das Wasserstoffvolum durch Phosphordämpfe ausgedehnt ist. Weiterhin wird man es wahrscheinlich gemacht sehen, daſs selbst ein glühender Draht nicht allen im Wasserstoff vorhandenen Sauerstoff verbindet und verbinden kann.

Ich habe den Aufsatz von Berzelius und Dulong, so wie den von Dumas über das Atomgewicht des Wasserstoffs nachgelesen. Der letztere enthält eine höchst sorgfältige und bei weitem die beste Bestimmung, die wir haben. Obwohl nicht gesagt ist, der Wasserstoff enthalte Sauerstoff, so ist doch eine Berichtigung angebracht für die in der benutzten Schwefelsäure enthaltene Luft. Dumas giebt nicht an, wie er die Menge dieser Luft berechnet habe. Unbedenklich sind bisher über den Gegenstand keine so sorgfältigen Versuche angestellt wie diese; allein bei vollster Anerkennung der Geschicklichkeit des Hrn. Dumas muſs ich doch bemerken, daſs ich bei allen meinen Versuchen eine so hartnäckige Tendenz des Wasserstoffs zu einem Gehalt an Sauerstoff wahrgenommen habe, daſs ich Zweifel hegen muſs, ob wir das Atomgewicht des Wasserstoffs schon innerhalb der angezeigten Fehlergränzen kennen.

Es ist schwierig einzusehen, wie der Wasserstoff von dem einmal in ihm enthaltenen Sauerstoff vollkommen befreit werden könne, da kein oxydirbares Metall, wie Zink,

Digitized by Google

oder kein glühendes unoxydirbares Metall, wie Platin, allen Sauerstoff fortnimmt, und der Phosphor, wenn er es thut, denselben durch seinen eigenen Dampf ersetzt. Die starke Annäherung des von Dumas bestimmten Wasserstoffaequivalents zu dem Verhältniſs von ganzen Zahlen macht es indessen wahrscheinlich, daſs es auch der Wahrheit sehr nahe komme.

Ich habe nicht vermocht Stickstoff in Wasserstoff zu entdecken; allein wahrscheinlich ist auch von ihm eine geringe Menge darin vorhanden. Ob der Sauerstoff von noch in der Flüssigkeit zurückgebliebener Luft herstamme, oder ein Theil sey des wirklich zersetzten Wassers, von dem aber der Sauerstoff nicht vom Zink absorbirt worden, ist eine Frage, deren Lösung fernere Versuche erfordert.

Wasserstoff und *Kohlensäure*, zu gleichen Volumen gemengt, wurden durch den glühenden Draht leicht afficirt. Sie zogen sich zu 0,48 ihres anfänglichen Volums zusammen. Der Rückstand war Kohlenoxyd. Ein Aequivalent Sauerstoff hatte sich demnach mit ein Aequivalent Wasserstoff vereint; die kleine überschüssige Zusammenziehung entsprang wahrscheinlich, wie oben angegeben, aus der ferneren Verbindung des Wasserstoffs mit Sauerstoff.

Kohlenoxyd zeigte eine merkwürdige Wirkung, die, vereint mit dem Ergebniſs des letzten Versuchs, die Betrachtungen veranlaſste, welche vornehmlich zu den weiterhin auseinandergesetzten Resultaten führten. Kohlenoxyd, sehr rein und sorgfältig von Kohlensäure befreit, wurde über destillirtem Wasser dem glühenden Drahte ausgesetzt. Bei einem Versuch vergröſserte das Gas sein Volum um ein Drittel, in den meisten Fällen um ein Fünftel. Die Vergröſserung hing von der Intensität des Glühens ab, welches wegen öfteren Schmelzens der Platindrähte sich schwierig auf seinem Maximum erhalten lieſs.

Dieſs gab zu langen Untersuchungen und vielen irrigen Vermuthungen Anlaſs, die ich hier nicht anzuführen brauche. Die Erscheinung trat nicht ein bei trocknem Gase über Quecksilber, und dieſs führte mich darauf, sie vom

Digitized by Google

Wasserdampf herzuleiten. Es stellte sich heraus, daſs die Vergröſserung durch Bildung von Kohlensäure veranlaſst war. Durch Schütteln mit Aetzkali oder Kalkwasser wurde das Gas genau auf sein ursprüngliches Volum zurückgeführt; allein es zeigte sich jetzt gemengt mit einem Volum Wasserstoff gleich dem Volum der Kohlensäure, durch welches es vergröſsert worden war. Hieraus ging also klar hervor, daſs ein aus dem Wasserdampf abgeschiedenes Volum oder Aequivalent Sauerstoff sich mit einem Volum oder Aequivalent Kohlenoxyd zur Bildung von einem Volum oder Aequivalent Kohlensäure verbunden, und, statt des Kohlenoxyds, mit dem es sich verband, ein Volum oder Aequivalent Wasserstoff, mit dem es ursprünglich vereinigt war, zurückgelassen hatte.

Beim Vergleiche dieses Versuchs mit dem letzten, wo Kohlenoxyd und Wasserstoff gemengt waren, überraschte mich natürlich die sonderbare Umkehrung der Verwandtschaften unter so ähnlichen Umständen: in dem einen Falle war es Wasserstoff, welcher Sauerstoff von Kohlensäure nahm, um Wasser zu bilden und Kohlenoxyd zurückzulassen; in dem andern: Kohlenoxyd, welches Sauerstoff vom Wasser nahm, um Kohlensäure zu bilden und Wasserstoff zurückzulassen.

Ich dachte viel über diesen Versuch nach; zuletzt schien mir, daſs der glühende Draht keine specifische Wirkung ausübe, weder in Bildung noch in Zersetzung des Wassers, sondern daſs er bloſs das chemische Gleichgewicht instabil mache, und die Gase selber dann das stabile Gleichgewicht wieder herstellen, je nach den Umständen, in welche sie rücksichtlich der umgebenden Verwandtschaften versetzt sind; daſs wenn der Zustand eines Gemenges von Sauerstoff und Wasserstoff bei einer gewissen Temperatur stabiler als Wasser sey, das letztere, wie das Ammoniak, vom glühenden Platin zersetzt werde. Dieſs ist ein sehr roher Ausdruck meiner Ideen; allein wir haben keine Sprache für solche anticipatorische Begriffe; ich muſs vorhandene Ausdrücke anwenden, so gut ich vermag.

Digitized by Google

Es schien mir nun, daſs es möglich seyn werde, Wasser durch glühendes Platin zu zersetzen, daſs man, angenommen der in unmittelbarer Nähe des glühenden Platins befindliche Dampf werde zersetzt oder die Verwandtschaft seiner Bestandtheile geschwächt, ein bloſses Gemenge dieser Bestandtheile erhalten müſste, wenn man die Dampfatmosphäre auf irgend eine Weise schnell entfernen könnte; und zweitens, daſs, wenn, wie aus den beiden letzten Versuchen hervorgeht, die Quantität irgend einen Einfluſs habe, es möglich sey, die gemengten Gase durch ein gewisses Quantum eines neutralen Stoffs zu scheiden, um sie durch nachherige Trennung (oder gleichsam Filtration) aus dem neutralen Stoff zu erhalten. Beide Ideen wurden verwirklicht.

Um die erste auszuführen, kittete ich, nachdem ich, wie gewöhnlich in solchen Fällen geschieht, viel im Dunklen umhergetappt hatte, einen Bügel (*loop*) von Platindraht in das Ende einer retortenähnlichen Röhre (Fig. 8, Taf. I), überschüttete ihn mit Asbest und stampfte diesen ein, so daſs er am geschlossenen Ende der Röhre einen Pflock bildete, in dessen Mitte sich der Platindraht befand. Mein Zweck war, durch Glühen des Platindrahts das Wasser aus dem Asbest zu treiben, und da der glühende Draht sich dann in einer Dampfatmosphäre befand, hoffte ich, das Wasser würde durch Capillarattraction beständig auf den Platindraht herabsickern, in dem Maaſse als der Dampf oder das zersetzte Wasser aufstiege. Der Versuch gelang aber nicht; das Wasser bildete einen Strom durch den Asbest, wobei es feine Theilchen wegschlemmte, und die Erscheinungen des gewöhnlichen Siedens traten ein, wenn nicht die Intensität der Batterie sehr verstärkt wurde, wo sich dann eine schwache Zersetzung zeigte, welche ich einer Elektrolyse zuschreibe. Dieser Versuch führte jedoch auf einen anderen, welcher gelang. Einige Male wurde der Pflock über dem Platin so verdichtet, daſs er die Röhre verstopfte und der Draht plötzlich schmolz. Nun fiel mir bei, daſs ich durch eine Verengerung der Röhre über dem Platin das Resultat in meiner Gewalt haben würde, da ich

Digitized by Google

dem engen Halse jeden Durchmesser und jede Länge geben konnte, so daſs er das Wasser in dem Maaſse herabtröpfeln oder flieſsen lieſs als der Dampf in die Höhe stieg. Eine so gestaltete Röhre nebst Zubehör ist Fig. 10, Taf. I, abgebildet.

Das Resultat dieses Versuchs war sehr auffallend. Bei Anwendung zweier Zellen der Salpetersäure-Batterie wurde erst die Luft ausgedehnt und ausgetrieben, dann kam bald das Wasser in's Sieden, und bei einem gewissen Zeitpunkt wurde der Draht glühend in dem Dampf. In diesem Augenblick trat eine zitternde Bewegung ein, und getrennte nadelkopfgroſse Blasen von permanentem Gase stiegen auf und sammelten sich in der Biegung der Röhre zu einem Volum. Es war keine stetige Gasentwicklung wie bei der Elektrolyse, sondern es schien eine Reihe rascher Stöſse zu seyn; das Wasser, durch den engen Hals zurückkehrend, bildete eine natürliche Klappe, welche Portionen von der den Draht umgebenden Atmosphäre durch eine intermittirende Wirkung abschnitt. Der Versuch bot eine neue und unbeschreiblich sonderbare Erscheinung dar. Das Gas war Sauer- und Wasserstoff. Manche, die diesen Aufsatz lesen, mögen anfangs die Wirkung für eine elektrolytische halten; allein Jeder, der sie sieht, wird nicht einen Augenblick so denken. Ich werde auch diese Voraussetzung durch die folgenden Versuche widerlegen; allein da dieſs mein erster erfolgreicher Versuch über den Gegenstand war, und er in interessanter und auffallender Weise das Phänomen der Zersetzung durch Hitze darthut, so will ich noch Einiges zum Beweise hinzufügen, daſs die Erscheinung nicht durch Elektrolyse veranlaſst seyn konnte.

Sollte es eine Elektrolyse gewesen seyn, so müſste vorausgesetzt werden, daſs der Draht einen solchen Widerstand darbot, daſs der Strom sich theilte, und der Ueberschuſs desselben, statt durch den Draht zu gehen, durch die kleine herabsickernde Portion Wasser ginge.

Für's Erste stellte ich den Versuch mit destillirtem Wasser an, und gebrauchte nur eine Batterie von zwei Zellen, welche destillirtes Wasser nicht wahrnehmbar zersetzt.

Digitized by Google

Zweitens erfolgte die Zersetzung nicht eher als bis der Draht in's Glühen kam, obwohl vor dem Glühen dem Draht eine gröſsere Fläche siedenden Wassers ausgesetzt war, als nach demselben.

Drittens wurde ein ähnlicher Versuch angestellt, aber der Draht in der Mitte durchschnitten, so daſs er zwei Elektroden bildete, und das Wasser über einer Weingeistlampe zum Sieden gebracht. Hier wurde also der Strom nicht durch den Draht abgeleitet, sondern muſste ganz durch die Flüssigkeit gehen; dennoch fand keine Zersetzung statt, oder höchstens eine mikroskopische.

Viertens gaben, wenn statt des Oeles Wasser in dem äuſseren Gefäſse angewandt ward [1]), selbst Kupferdrähte in dem siedenden Wasser dieses Gefäſses, obwohl der eine eine oxydirbare Anode bildete, keine Zersetzung, während der innere glühende Draht das Gasgemenge reichlich lieferte.

Fünftens wiederholte ich den Versuch mit einem vollkommen geraden Draht (Fig. 11, Taf. 1), um zu verhüten, daſs das Wasser die kürzeste Linie für den Strom bildete. Das Resultat war genau dasselbe; allein der Versuch ist schwieriger, da eine gewisse Länge des Drahtes erfordert wird, deren genaue Einschmelzung Schwierigkeit hat; auch hält es schwerer die Gröſse der Kugel in das rechte Verhältniſs zur Dampfbildung zu bringen. Der gerade Draht löscht plötzlicher aus, und schmilzt leichter. Bei sorgfältiger Handhabung gelingt dieser Versuch aber eben so gut wie der vorhergehende.

Ich könnte noch andere Versuche und Argumente beibringen, glaube indeſs, daſs man es, nach Lesung des Weiterhinfolgenden, schwerlich für nöthig erachten wird.

Ich richtete nun alle meine Anstrengungen darauf, die Wirkungen der Hitze für sich ohne die Batterie hervorzubringen. Ich will einige meiner erfolglosen Versuche anführen, da sie Anderen Mühe sparen können. Ich schmolz

1) Jan. 8. — Ich habe seitdem gefunden, daſs man die äuſsere Röhre mit Oel oder Wasser bei diesem Versuch entbehren kann, da das herabsickernde Wasser die Schmelzung des Glases verhütet.

Digitized by Google

einen Platindraht in das Ende einer gekrümmten Röhre ein, füllte diese mit Wasser, und erhitzte das herausragende Ende des Drahts stark mittelst des Löthrohrs, hoffend daſs das Wärmeleitungsvermögen des Platins, obwohl geringer als das der meisten Metalle, doch das des Glases hinreichend übertreffen werde, um das in der Röhre befindliche Drahtstück zum Glühen kommen zu lassen und es mit einer Dampfatmosphäre zu umgeben. Allein das Wasser kochte vollständig vom Glase fort, und es gelang nicht den Platindraht von auſsen her in's Glühen zu versetzen. Eben so gab Golddraht, statt des Platindrahts genommen, wegen seines besseren Leitvermögens ein negatives Resultat.

Ich schmolz Platinschwamm und Bündel von Platindrähten in die Enden von böhmischen Glasröhren ein, füllte die Röhren mit Wasser und erhitzte das ganze Ende; allein das Wasser kochte vom Glase fort, und das Platin lieſs sich nicht zum vollen Glühen bringen.

Nach vielen ähnlichen Versuchen kehrte ich zur Batterie zurück, und suchte sie in solcher Weise anzuwenden, daſs eine Elektrolyse nicht füglich stattfinden konnte. Wie oben erwähnt, hatte ich gehofft eine rückständige Wasserzersersetzung zu erhalten, wenn ich die Gase durch eine neutrale Substanz verdeckte oder verdünnte. Deshalb machte ich folgenden Versuch. Ich füllte eine Röhre, wie Fig. 6, Taf. I, mit einem durch längeres Sieden und Auspumpen sorgfältig von Luft befreiten Wasser, kehrte sie dann in einem mit demselben Wasser gefüllten Gefäſse um, und erhitzte sie durch eine Weingeistlampe am verschlossenen Ende, bis die obere Hälfte mit Dampf gefüllt war. (Fig. 12.). Ich brachte den Draht mittelst der Batterie zum vollen Glühen, erhielt ihn einige Secunden darin, unterbrach dann die Verbindung und entfernte die Lampe, so daſs das Wasser langsam stieg. In dem Ende der Röhre blieb eine Blase von dem Volum eines groſsen Senfkorns zurück, welches als es an der Wasserfläche der Wanne einem brennenden Zündhölzchen genähert wurde, zu meiner groſsen Befriedigung verpuffte. Der Versuch wurde nun unter längerem Er-

Digitized by Google

Erglühen des Drahts wiederholt; allein das Gas lieſs sich nicht über eine sehr beschränkte Menge vermehren; in der That war dieſs auch nicht zu erwarten, da eine Wiedervereinigung der gemengten Gase stattfinden muſste, vielmehr wird es Jedem, der es zum ersten Male hört, ohne Zweifel überraschen, daſs überhaupt die Gase im Beiseyn des glühenden Platins unverbunden existirten.

Der Versuch wurde wie zuerst wiederholt und die Gasblase in eine andere Röhre übergeführt, dann der Draht wiederum im Dampfe zum Glühen gebracht und die sogleich gebildete Blase abermals entfernt, und so fort, bis nach etwa zehnstündiger Arbeit eine zur Analyse hinreichende Menge Gas gesammelt war. Dieſs Gas wurde nun in ein Eudiometer gebracht und verpufft; es hinterlieſs 0,35 seines ursprünglichen Volums, und dieser Rückstand war Stickgas. Der Versuch wurde mehrmals mit demselben allgemeinen Resultat wiederholt; zuweilen enthielt der Rückstand eine Spur von Sauerstoff.

Hier war die Elektrolyse ausgeschlossen; der Draht glühte, wenn ich so sagen darf, in trocknem Dampf, indem der obere Theil der Röhre weit über dem Siedpunkt erhitzt, und dem zufolge ganz klar war. Wenn es keine Wirkung der Hitze war, muſste es eine neue oder wenigstens bisher unbekannte Function des elektrischen Stroms seyn.

Da der Volta'sche Bogen und der elektrische Funke Hitze von der gröſsten Intensität liefern, so lieſs ich in dem Apparat, Fig. 13, Taf. I, aus Platinspitzen eine Reihe elektrischer Funken durch Wasserdampf schlagen, wozu das Wasser, wie bei allen meinen Versuchen, zuvor von Luft befreit worden war (Kürze halber will ich es künftig zubereitetes Wasser nennen). Die Funken lieferte die Hydro-Elektrisirmaschine der London-Institution; sie sehen in dem Dampf schön karmosinroth aus. Nach dem Erkalten der Röhre war in derselben eine Blase, die angezündet verpuffte.

Wie bei den vorherigen Versuchen vergröſserte sich durch die Arbeit eines ganzen Tages die Blase nicht, wurde

Digitized by Google

sie aber fortgeschafft, bildete sich sogleich eine neue. Das Gas auf ähnliche Weise gesammelt, lieſs sich verpuffen, und gab einen Rückstand von 0,4 seines anfänglichen Volums, bestehend aus Stickstoff, mit einer Spur von Sauerstoff.

Auch dieser Versuch wird durch seine Neuheit überraschen. Dieselben Mittel, welche in jedem Laboratorium zur Bildung des Wassers aus seinen gasigen Bestandtheilen angewandt werden, zersetzten es hier [1]). Aus einer groſsen Zahl von Versuchen, welche ich über die Volta'sche und die zerreiſsende elektrische Entladung (welche beide ich für ähnliche, nur in Quantität und Intensität verschiedene Erscheinungen halte) gemacht habe, glaube ich, daſs die von denselben bewirkten Zersetzungen bloſse Wirkungen der Wärme sind, und deshalb ist dieser Versuch, meiner Ansicht nach, eine Wiederholung des letzten unter anderen Umständen. Andere mögen jedoch nicht dieser Ansicht seyn. Auch diesen Versuch wiederholte ich mehrmals.

Durch Zählung der entstandenen Gasblasen und Vergleichung einer gewissen Zahl von ihnen mit dem durchschnittlichen Dampfvolum in den letzten beiden Versuchen, bemühte ich mich zu ermitteln, welches Verhältniſs von Wasser durch den glühenden Draht im Wasserdampf zersetzt werden könnte, oder, was ein Corollar hievon ist, welcher Grad von Verdünnung die gemengten Gase befähigen würde, ohne Verbrennung in einer dem glühenden Platindraht ausgesetzten Dampfatmosphäre zu existiren. Bei einem Versuch, bei welchem die Blasen so gezählt wurden, war das Verhältniſs 1 : 2400. Es ist jedoch wahrscheinlich, daſs das zersetzte Gasvolum nach der Temperatur des Drahts verschieden ist, desto gröſser, je stärker dieser glüht.

Obgleich keine Wirkung der Elektricität bekannt ist, welche die in den beiden letzten Versuchen auftretende Erscheinung erzeugen könnte, und sie jedenfalls neu war, so beschloſs ich doch zu versuchen, sie durch Hitze allein,

1) In der That brauche ich kaum hervorzuheben, wie verschieden dieser Versuch von denen ist, bei welchen flüssiges Wasser durch den elektrischen Funken zersetzt wurde. Siehe den nachträglichen Aufsatz.

Digitized by Google

ohne den Gebrauch einer Batterie, hervorzubringen. Ich verschaffte mir eine silberne Röhre, 9 Zoll lang und 0,4 Zoll im Durchmesser, an deren Ende eine Kappe von Platin, und an diese wiederum eine engere Röhre von Platin gelöthet war. Diese Platinröhre war am Ende verschlossen und mit Gold gelöthet. Der Apparat wurde mit zubereitetem Wasser gefüllt, und das Wasser in der Röhre gekocht, um aus der engeren Röhre und dem Gefäſse jede anhaftende Luft zu vertreiben. Dann wurde die Röhre, voll heiſsen Wassers, über Wasser umgekehrt, und die Flamme eines Löthrohrs auf die Platinröhre gerichtet (Fig. 14, Taf. I), bis diese weiſs glühte. Nach Umkehrung der Röhre unter Wasser stieg eine Blase von Senfkorngröſse zur Oberfläche, welche, angezündet, eine sehr schwache Verpuffung gab. Aehnliche Blasen, wie zuvor gesammelt und im Eudiometer verpufft, hinterlieſsen 0,7.

Bei Wiederholung gelang der Versuch nicht so gut, nur manchmal, nicht immer, und ich erwähne seiner nur als des ersten, der mir, obwohl in nicht sehr befriedigender Weise, die Zersetzung durch bloſse Wärme lieferte. Der Grund seiner Unsicherheit liegt, glaube ich, in dem Mangel einer hinreichend intensiven Hitze, da ich wegen der Goldlöthung nicht wagen durfte das Glühen sehr weit zu treiben. In der That, als ich später die Oxyhydrogenflamme auf den Apparat richtete, schmolz ich ihn am Ende und verdarb ihn. Wäre die Platinröhre nicht gelöthet, sondern geschweiſst worden, so würde der Versuch ohne Zweifel besser gelungen seyn. Ich muſs noch erwähnen, daſs die silberne Röhre den Zweck hatte, die Möglichkeit einer Wiedervereinigung (der Gase) durch katalytische Wirkung einer groſsen Platinfläche zu verhüten und um eine kleine Platinfläche bei hoher Temperatur dem Dampfe auszusetzen; auch traten ökonomische Rücksichten hinzu. Dieser Versuch, obwohl, verknüpft mit den vorherigen, leidlich entscheidend, genügte mir doch nicht, und ich griff daher die Schwierigkeit in anderer Weise an. Der Versuch (Fig. 10) veranlaſste mich zu glauben, daſs wenn ich Platin unter

Digitized by Google

Wasser zum Glühen brächte, so daſs es von einer Dampfatmosphäre umgeben wäre, Zersetzung eintreten würde, und Hrn. Boutigny's Versuche über den sphäroïdalen Zustand des Wassers lieſsen mich hoffen, daſs ich das Platin eine Zeit lang unter den für meinen Zweck geeigneten Umständen würde halten können.

Nach einigen miſslungenen Versuchen gelang der folgende vollkommen. Mittelst einer Salpetersäure-Batterie von 30 Zellen wurde das Ende eines dicken Platindrahts zu einer pfefferkorngroſsen Kugel geschmolzen, dann zwischen dieser und Holzkohle, als negativen Pol, der Volta'sche Bogen hervorgebracht, bis die Kugel wiederum ihren Schmelzpunkt nahe war, hierauf der Strom unterbrochen und die stark glühende Kugel in zubereitetes Wasser getaucht, welches durch eine Weingeistlampe kochend gehalten worden, und worin eine mit demselben Wasser gefüllte Röhre umgekehrt stand. Es stiegen vereinzelnte Gasblasen in die Röhre, einigermaſsen ähnlich wie beim Versuch mit Fig. 10. Der Proceſs wurde wiederholt und dabei oft die Kugel im Zustande anfangender Schmelzung in das Wasser getaucht. Als eine hinreichende Menge Gas gesammelt worden, wurde es untersucht; es verpuffte und hinterlieſs 0,4 Rückstand, der wie gewöhnlich Stickgas mit einer Spur von Sauerstoff war. Ein zweiter Versuch gab ein besseres Resultat, indem das Gas nur 0,25 seines anfänglichen Volums zurücklieſs.

Als das Platin zum negativen, die Holzkohle zum positiven Pol gemacht wurde, ergab sich ein ganz anderes Resultat; es hatte sich Kohle auf das Platin abgesetzt, und dem zufolge war das Gas gemengt mit Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd. Ich kenne keinen Versuch, welcher die Verschiedenheit der Wirkung an den Polen (*disruptive terminals*) so auffallend zeigt, wie dieser. Wenn das Platin negativ ist, giebt es viele Kohlensäure, wenn es aber positiv ist, zeigt sich keine Spur davon (das Gas wurde sorgfältig darauf geprüft); ja wenn man das Platin vom negativen Pol zum positiven vertauscht, wird die Kohle sogleich

Digitized by Google

entfernt, und das Platin durch einen einzigen Versuch vollkommen blank.

Hier hatte ich demnach sehr genügend eine Zersetzung durch Hitze hervorgebracht. Zwar war die Batterie gebraucht worden, aber bloſs um das Platin zu schmelzen, und sobald dieſs geschmolzen war, wurde es von der Batterie getrennt, und konnte keine Volta'sche Action mehr ausüben. Um indeſs den Gebrauch der Batterie gänzlich zu vermeiden, wiederholte ich den Versuch dahin, daſs ich das Platin mittelst eines Knallgasgebläses schmolz. Der Versuch gelang eben so gut, vielleicht gar besser, da die Handhabung leichter war.

Auf diese Weise konnte ich einen Kubikzoll und mehr von dem Gase sammeln; verpufft, hinterlieſs es einen Rückstand von 0,35 seines ursprünglichen Volums.

Bei sorgfältiger Beachtung dieses Versuchs bemerkte ich, daſs anfangs eine rasche Folge von Blasen vom glühenden Platin in die Röhre stieg und dann die Entwicklung aufhörte. Das Wasser nahm den sphäroïdalen Zustand an, und kein Gas stieg auf. Beim Aufhören dieses Zustandes lieſs sich ein plötzliches Gezische hören, und eine einzelne Blase stieg in die Röhre. Ich suchte das von dem Platin vor und nach dem Ruhezustand aufsteigende Gas einzeln zu untersuchen, und stellte zu dem Ende zwei Röhren umgekehrt in die Schale, mit ihren Mündungen dicht neben einander. Das seinem Schmelzpunkt nahe Platin ward unter die eine Röhre (Röhre *A*) gebracht, und sobald keine Blasen mehr aufstiegen, nach der anderen (Röhre *B*) geführt, so daſs die letzte Blase in diese Röhre trat. Die Gase aus jeder Röhre wurden für sich analysirt. Das aus der Röhre *A* verpuffte und hinterlieſs nur 0,2 Rückstand; das aus *B* verpuffte nicht, war Stickgas nebst einer Spur Sauerstoff.

Um die Wirkung eines oxydirbaren Metalls unter ähnlichen Umständen zu untersuchen, schmolz ich einen dicken Eisendraht an seinem Ende durch das Knallgasgebläse, tauchte ihn in zubereitetes Wasser und sammelte die Gasblasen.

Digitized by Google

Es hatte sich nur Wasserstoff, gemengt mit etwas Stickgas, entwickelt, kein Sauerstoff oder wenigstens nicht mehr als ich immer in Begleitung des Wasserstoffs antraf.

Ich war nun bemüht, eine continuirliche Entwicklung der gemengten Gase aus einem bloſs der Hitze unterworfenen Wasser hervorzubringen, d. h. einen Versuch auszuführen, der sich zu dem Fig. 14 verhielt, wie Fig. 10 zu Fig. 12. Zu dem Ende wurde der Apparat Fig. 15 construirt; *a* und *b* sind zwei silberne Röhren, 4 Zoll lang und 0,3 Zoll im Durchmesser, verbunden durch zwei Platinkappen mit einer Platinröhre, die aus einem der Länge nach durchbohrten Platindraht von 0,125 Zoll Dicke gebildet ist, und im Lichten nur den Durchmesser einer starken Stecknadel hat; *a* ist am Ende verschlossen und *b* durch einen umgewickelten Streifen Blase mit der gebogenen Glasröhre *d* verbunden. Das Ganze wird mit zubereitetem Wasser gefüllt, und nachdem die Luft durch Hitze aus *a* getrieben worden, das Ende der Glasröhre in die Schale mit siedendem Wasser gesteckt. Nun wird mittelst einer Weingeistlampe erst *b* und dann *a* erwärmt, bis das Ganze kocht; sobald das Sieden eingetreten ist, läſst man die Flamme eines Knallgasgebläses auf den mittleren Theil der Platinröhre *c* spielen, und wenn dieser den höchsten Grad des Glühens, welcher dem Schmelzpunkt so nahe wie räthlich liegen muſs, erreicht hat, bildet sich Gas, welches, gemengt mit Dampf, bald den ganzen Apparat erfüllt und zum offenen Ende entweicht, entweder in die freie Luft oder in das Auffangeglas. Obwohl ich durch meine übrigen Versuche schon einigermaſsen den Erfolg dieses Apparats voraussehen konnte, so befriedigte es mich doch sehr, als eine der aufsteigenden Blasen bei Annäherung eines brennenden Zündhölzchens eine scharfe Verpuffung gab. Ich sammelte und zerlegte etwas von diesem Gase; es war zu 0,7 Sauer- und Wasserstoff, der Rückstand (der Verpuffung) Stickgas, mit einer Spur von Sauerstoff.

Diejenigen, welche versuchten Wasser von Luft zu befreien, werden es nicht schwierig finden, den bei allen mei-

Digitized by Google

nen Versuchen sich einstellenden Rückstand von Stickgas, gemengt zuweilen mit etwas Sauerstoff, zu erklären. Deluc hielt es für unmöglich Wasser von Luft zu befreien, und Priestley, als er die Hartnäckigkeit beobachtete, mit welcher die Luft zurückgehalten wird, wurde zu dem Glauben veranlaſst, daſs Wasser sich in Stickstoff (phlogistisirte Luft) verwandeln könne. Ich habe mehre der Priestley'schen Versuche unter viel strengeren Umständen wiederholt, und bin nie im Stande gewesen, Wasser so von Luft zu befreien oder so auszukochen, daſs nicht der Dampf eine kleine Blase von permanentem Gase zurückgelassen hätte; diese schien für den Dampf ein unerläſslicher Kern zu seyn.

Die Schwierigkeit, das Wasser zu sieden, steigert sich, wie Hr. Donny gezeigt hat [1]), in dem Maaſse als es luftfreier wird, und zuletzt stöſst der Dampf so ungeheuer auf, daſs gemeiniglich die Gefäſse zerspringen. Mir scheint, es giebt einen Punkt, über welchen dieser Widerstand nicht hinausgeht; allein selbst bei diesem Punkt hinterläſst jeder Ausbruch von Dampf ein Luftbläschen, obwohl die Stöſse so langsam auf einander folgen, daſs der Gesammtbetrag an Luft sehr unbedeutend ist. Aus Wasser, welches zuvor durch die gewöhnlichen Methoden sorgfältig von Luft befreit worden, gewann ich drei Viertel seines Volums an permanentem Gas, welches Stickgas war; allein da das Wasser bei diesem Versuch unter einer hohen Oelsäule gekocht ward, so ist wahrscheinlich, daſs wenn Sauerstoff zugegen war, er vom Oel absorbirt wurde. Ich habe jedoch immer gefunden, daſs das Sauerstoffverhältniſs mit fortgesetztem Sieden abnahm. Erwähnenswerth ist es wohl, daſs, als ich vor einigen Monaten die Versuche von Henry und Donny über die Cohäsion des Wassers las, ich gegen Hrn. Gassiot und auch gegen Hrn. Bingham, meinen Gehülfen (dessen Ausdauer ich vielen Dank schuldig bin), bemerkte, ich wäre geneigt zu glauben, daſs das Wasser, wenn man es absolut von Luft befreien könnte, durch

1) Annalen, Bd. 67, S. 562.

bloſse Hitze zersetzt werden würde; ein Resultat, welches ich jetzt durch eine ganz andere Reihe von Inductionen erreicht habe. Es ist ein bemerkenswerther Umstand, daſs, wie ich finde, der gröſsere Theil der Luft bei verhältniſsmäſsig niedriger Temperatur ausgetrieben wird, und wenn das Wasser mit dem Platin in Contact gekommen ist, während alle Zersetzung stattfindet, wenn das Platin von einer Dampfatmosphäre umgeben ist, falls man Dampf sagen kann, denn der Zustand dieser Atmosphäre bei der ersten Eintauchung des Platins ist sehr geheimniſsvoll.

Ich glaube es nun sicher für bewiesen halten zu dürfen, daſs intensiv glühendes Platin das Wasser zerlegt. Bei dieser neuen Erscheinung drängen sich mehr Betrachtungen auf.

Zunächst vor Allem muſs ich denen, welche dem Nützlichkeitsprincip (*cui bono argument*) anhängen und die Physik nur ihrer practischen Anwendung wegen schätzen, sagen, daſs diese Versuche hoffen lassen, in nicht ferner Zeit Knallgas zur Beleuchtung u. s. w. einfach dadurch zu bereiten, daſs man siedendes Wasser durch stark erhitzte Platinröhren leitet, oder mittelst anderer noch zu erdenkender Methoden. Auf diese Weise verwandeln wir gleichsam das Wasser durch Kochen in Gas, was theoretisch der einfachste Weg zur Hervorbringung einer chemischen Zersetzung zu seyn scheint.

Doch gehen wir zu wichtigeren Betrachtungen über: Der sphäroïdale Zustand, welcher neuerlich die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich gezogen hat, scheint mit diesen Resultaten innig verknüpft zu seyn und durch sie an Interesse zu gewinnen. Der vorletzte Versuch, dessen ich erwähnte, zeigt, daſs der sphäroïdale Zustand zwischen dem des gewöhnlichen Siedens und dem des zersetzenden Siedens liegt; er ist daher wahrscheinlich ein Zustand polarer Spannung, beigeordnet in gewisser Hinsicht demjenigen, welcher in der Zelle einer Volta'schen Kette vor der Zersetzung stattfindet, oder wenn der angewandte Strom nicht von hinlänglicher Stärke ist, um eine wirkliche Zersetzung hervor-

Digitized by Google

zubringen, welcher gewöhnlich Polarisation der Elektroden genannt wird. Die Erscheinung zeigt uns auch eine neue Relation zwischen Wärme, Elektricität und chemischer Verwandtschaft. Bisher konnten viele elektrische Erscheinungen durch Wärme und chemische Action hervorgebracht werden, mit dem Unterschied, daſs in den von den beiden letzten Kräften erzeugten Effecten keine Polarität vorhanden war, sondern jede kleine Portion der unter Einwirkung stehenden Materie zu den Erscheinungen Anlaſs gab, welche bei den elektrischen Effecten nur an den Polar-Enden zu beobachten sind. Wenn z. B. Wasser durch Eisen und Schwefelsäure zersetzt oder Dampf durch heiſse eiserne Röhren geleitet wird, werden Resultate erhalten, die der Elektrolyse des Wassers durch eine eiserne Anode parallel gehen; allein in den ersten Fällen giebt jedes oxydirte Eisentheilchen sein Aequivalent Wasserstoff aus, während in dem letzteren das Aequivalent an der Kathode entwickelt wird, an einem von der Oxydation entfernten Punkt. Bisher ist die Elektricität die einzige Kraft gewesen, durch welche eine Verbindung, und besonders das Wasser, in die Bestandtheile zerlegt werden konnte, ohne daſs einer derselben durch eine Verwandtschaft absorbirt wurde. Die Zerlegung durch glühendes Platin schafft diese Ausnahme fort, und zeigt parallele Effecte durch bloſse Hitze.

Obgleich es mit Ausnahme des Platins und einiger seltneren Metalle, wie Iridium, keine Substanz giebt, die bei einem Versuch zur Hervorbringung der von mir beschriebenen Effecte groſsen Erfolg verspräche, da die meisten Substanzen, welche eine hinreichende Hitze ertragen, spröde oder oxydirbar, oder von Wasser angreifbar sind, so lassen doch die nächsten Analogien in der Chemie ähnliche Wirkungen von allen stark glühenden Substanzen erwarten. Angenommen selbst, das Daseyn einer soliden Substanz sey nothwendig, so werden doch andere Substanzen die katalytischen Effecte des Platins in verschiedenem Grade theilen. Es ist daher wahrscheinlich, daſs bei einem gewissen Hitzegrad das Wasser nicht als Wasser oder Dampf,

Digitized by Google

sondern als Gemenge seiner Bestandtheile existirt. Wenn es daher Planeten giebt, deren physische Beschaffenheit eine intensive Hitze zuläſst, so ist wahrscheinlich, daſs ihre Atmosphäre und die sie zusammensetzenden Bestandtheile sich in einem von dem unsrigen ganz verschiedenen Zustand befinden, aufgelöst in das was wir Elemente nennen, was aber durch intensive Hitze in noch feinere Stoffe zerlegt worden seyn mag. Dasselbe mag von dem Inneren unseres Planeten gelten, obwohl dort der Druck entgegenwirkt.

Die Versuche dienen sehr den Ansichten Berthollet's zur Stütze, daſs chemische und physische Anziehung verwandt sind oder durch dieselbe Art von Kraft erzeugt werden. Alle Ausdehnungen durch Wärme scheinen in einer mechanischen Trennung der Körpertheilchen zu bestehen; und wenn die Wärme bloſs durch Steigerung ihrer Intensität chemische Zersetzungen hervorbringt, so scheint kein Grund vorhanden, weshalb wir ihr in diesem Falle eine von ihrer normalen verschiedene Wirkungsweise zuschreiben sollten. Nach dieser Ansicht muſs die physische Zertheilung, unendlich weit getrieben, zuletzt eine Zersetzung bewirken, und die chemische Verwandtschaft nichts als eine andere Art von Molecular-Attraction seyn. So mag ein hoher Grad von Verdünnung, wie er an den Gränzen der Atmosphäre oder in den planetarischen Räumen stattfindet, den chemischen Zustand der Materie gänzlich verändern.

In einem in den *Phil. Transact. f.* 1843 veröffentlichten Aufsatz (*p.* 111) [1]) habe ich gezeigt, daſs wir einer chemischen Action durch eine physische entgegenwirken können (Elektrolyse durch ein Vacuum), daſs wenn wir chemische Spannung durch physische in Antagonismus setzen, sie einander widerstreben. Ich glaube, die Umkehrung dieses Versuchs ist durch Hrn. Babinet gemacht, welcher durch physische Compression die Entfaltung chemischer Action verhindert hat.

Ich habe auch im *Philosoph. Magazine* für November

1) Annalen Ergbd., Heft III, S. 405. (Nächstens erscheinend.)

Digitized by Google

1845 gewisse Erscheinungen beschrieben [1]), die mir mit den herkömmlichen chemischen Ansichten unverträglich scheinen; und wiewohl ich damals glaubte, daſs die Grotthuſs'sche Theorie genöthigt wäre zu weichen, so bin ich nun geneigt zu glauben, daſs einige unserer chemischen Doctrinen in Kurzem eine Revision erleiden müssen.

Es ist wohl überraschend, daſs die werthvollen Anwendungen, deren die Erscheinungen des Volta'schen Glühens fähig sind, und das fruchtbare Feld, welches sie, wie ich glaube, zu physikalischen und chemischen Entdeckungen aufschlieſsen, so vollständig vernachlässigt worden ist. Freilich ist die Volta'sche Batterie erst in neuerer Zeit so vervollkommt worden, daſs genaue und anhaltende Versuche über diesen schwierigen Gegenstand ausführbar sind, aber viel mehr bleibt noch zu thun übrig. Davy machte verschiedene Versuche über die disruptive Volta'sche Entladung, welche in vielen Punkten einfach als sehr intensives Glühen betrachtet werden kann; allein ich kenne von ihm nur zwei Versuche über Volta'sches Glühen, einen, wo er einen ausgepumpten Recipienten anwendet, um zu untersuchen, wie weit sich die Wärmestrahlung im Vacuo erstrecke, und einen anderen, schon erwähnten, wo er einen glühenden Draht in Wasser taucht, und beobachtet, daſs er im umgekehrten Verhältniſs seiner Wärme leite.

Ich habe über den Volta'schen Bogen oder die disruptive Entladung in verschiedenen Medien eine groſse Anzahl von Versuchen gemacht [2]). Wenn diese in einem Mittel hervorgebracht werden, welches nicht chemisch auf die Elektroden wirkt, sind die Erscheinungen die eines heftigen Glühens der letzteren, welche in Dampf zerstreut und auf das Innere der Gefäſse, in denen die Entladung geschieht, abgelagert werden. Ich habe einige dieser Niederschläge

1) Richtiger gesagt: Betrachtungen über einige Erscheinungen der Gasbatterie angestellt. *P.*

2) *Phil. Magaz., Jan.* 1840. — *Literary Gazette and Athenaeum, Febr.* 7, 1845.

Digitized by Google

untersucht; sie schienen aus dem Metall der Eletroden im fein zertheilten Zustande zu bestehen, wie sich das besonders beim Zinke zeigte. Läſst man den Bogen im ausgepumpten Recipienten zwischen Zinkspitzen entstehen, so setzt sich ein dunkles, fast schwarzes Pulver auf das Innere ab, welches sich als reines Zink erweist, denn an freier Luft erhitzt, fängt es Feuer und verbrennt zu weiſsem Oxyd; einer flüchtigen (*casual*) Beobachtung würde das Zink zwei Mal verbrannt erscheinen. Der Versuch scheint mir ein Argument zu Gunsten der dynamischen Wärmetheorie zu liefern.

Holzkohle andererseits giebt wenig oder keinen Niederschlag, liefert aber beständig Kohlenoxyd und Wasserstoff, und zwar Stunden lang, nachdem das Daseyn von Wasser unmöglich zu seyn scheint. Ich lieſs acht bis neun Stunden hinter einander den Bogen zwischen gut ausgebrannter Holzkohle bestehen, und dennoch bildete sich stets Gas, dasselbe schien so lange entwickelt zu werden, als noch Kohle übrig war, so daſs man hätte glauben mögen, diese würde in brennbares Gas verwandelt. Viel bleibt noch mit dem Volta'schen Bogen, diesem mächtigen Agens, zu thun übrig; wo es sich indeſs bloſs darum handelt, Gase einer intensiven Hitze auszusetzen, ist ein zusammenhängender Draht in seiner Anwendung und seiner Wirkung einfacher, und statt einer mächtigen Batterie braucht man zu einer genügenden Wirkung nur sechs oder fünf, in einigen Fällen gar nur zwei Zellen.

Die Hitze (des Drahts. *P.*) ist nicht so intensiv als die des Bogens; allein da sie innerhalb weniger Grade bis zum Schmelzpunkt des Platins getrieben werden kann, so ist sie weit intensiver als irgend eine für gewöhnlich in den Laboratorien übliche, und sicherer als irgend eine, die auf kleine, ich möchte sagen, mikroskopische Portionen von Gas und Dampf angewandt werden kann.

London Institution, 1846, Aug. 21.

Digitized by Google

III. *Nachträgliches über die Erscheinungen des Volta'schen Glühens und die Zersetzung des Wassers durch Hitze; von W. R. Grove.*

(Mit Fortlassung der Einleitung, aus den *Phil. Transact.*, 1847, *pt. I.*)

Die folgenden Versuche wurden angestellt, um zu ermitteln, ob Platin die einzige Substanz sey, welche die (im vorhergehenden Aufsatz beschriebene) Erscheinung hervorbringe. Zu dem Ende schmolz ich aus natürlichem *Osmium-Iridium* durch die Volta'sche Batterie einen Knopf von der Gröſse einer kleinen Erbse, an diesen einen kleineren Knopf von derselben Legirung, nur ein Viertel so groſs wie der erstere, und an diesen endlich einen starken Platindraht. Der Zweck des zweiten Knopfs war sowohl die Schmelzung des Platindrahts zu verhüten, als die Möglichkeit auszuschlieſsen, daſs eine Platinfläche dem als Recipienten dienenden Rohre ausgesetzt sey, oder sich mit dem zu erhitzenden Metall legire. Die Anfertigung dieses Instruments war sehr mühsam; allein ausgeführt entsprach es seinem Zwecke gut. Der gröſsere Knopf konnte bis zum intensiven Glühen erhitzt werden, während der kleinere, weil er nur durch einen dünnen Hals mit ihm verbunden war, bloſs rothglühte, und der Platindraht nicht wahrnehmbar glühte. Ein Versuch mit diesem Metallknopf und zubereitetem Wasser, ähnlich angestellt wie der vorherige mit Platin, lieferte Gas, von welchem durchschnittlich 0,3 aus Sauer- und Wasserstoff bestand; der Rückstand war Stickstoff, gemengt mit kleinen veränderlichen Mengen überschüssigen Sauerstoffs. Die Wirkung war entschieden geringer als beim Platin. In der That, da das Platin die dichteste und unveränderlichste aller bekannten Substanzen ist, so wird es wahrscheinlich nach jeder herkömmlichen Wärmetheorie die stärksten Wirkungen geben.

Auf dieselbe Weise versuchte ich *Palladium;* das gelie-

Digitized by Google

ferte Gas war Wasserstoff, gemengt mit kleinen Quantitäten Sauerstoff, und das Wasser war getrübt durch Palladiumoxyd.

Ich versuchte nun *Kieselerde* und andere Oxyde; allein die Resultate waren nicht sehr befriedigend. Aus gepülverter Kieselerde wurde ein Sphäroïd an einen Platindraht geschmolzen, so daſs es diesen auf 0,4 Zoll Länge überzog. Als dieser Knopf in heiſses Wasser getaucht und abermals vor dem Knallgasgebläse geschmolzen ward, bekleidete es sich mit Dampfbläschen; aber nach wenigen Versuchen barst er gemeiniglich. Bei dem Versuch, der am längsten ohne Aufbersten fortgesetzt werden konnte, enthielt das gelieferte Gas 0,15 Sauer-Wasserstoff. Hieraus glaube ich, daſs eine Wirkung des Wassers auf die Kieselerde stattfindet (wahrscheinlich Bildung eines durch Hitze zersetzbaren Hydrats), welche ein Hinderniſs für genügende Resultate ist. Bei anderen Oxyden, wenigstens solchen, die eine intensive Hitze ertragen, würden die Schwierigkeiten noch unübersteiglicher seyn. Priestley hat gezeigt, daſs Wasser das Glas zerfriſst, und, wenn ich nicht irre, haben Andere dieselbe Wirkung auf Kieselerde beobachtet.

Obgleich ich mit dem Titel dieses Aufſatzes keine andere als die oben angegebene Meinung verknüpfe [1]), so bin ich doch in einem Paar theoretischen Folgerungen sicher weiter gegangen. Wenn ich z. B. die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit annehme, daſs mechanische Verdünnung dieselbe Wirkung wie Wärme ausübe, so lasse ich sicher jede starre Substanz auſser Betracht (obwohl ich das Daseyn von Wärme ohne Materie nicht begreife und begreifen kann). Um zu ermitteln, wie weit sich diese Ansicht bewähren würde, dachte ich einige Versuche zu machen

1) Der Verf. verwahrt sich nämlich in der Einleitung dagegen, als wolle er durch den Titel dieses Aufſatzes die von ihm beobachtete Wasserzersetzung entschieden alleinig einer Wirkung der Wärme zuschreiben; er meint, es könne auch eine katalytische, also eine von der Natur der starren glühenden Körper abhängige eigenthümliche Wirkung dabei im Spiele seyn. *P.*

Digitized by Google

über die Wirkung einer mechanischen Verdünnung auf die Tendenz der Gase, sich mit einander zu verbinden; allein ich finde, daſs schon Grotthuſs hierüber experimentirt hat, und seine Versuche, so weit sie gehen, die von mir ausgesprochenen Ansichten bestätigen.

Er findet [1]), daſs Gasgemenge, wie Chlor und Wasserstoff oder Sauerstoff und Wasserstoff, wenn sie durch langsame Erwärmung oder mittelst der Luftpumpe verdünnt worden sind, sich nicht durch den elektrischen Funken entzünden. Aus dem Zusammenhang erhellt, daſs er offenbar meint, die Gase verpuffen nicht oder vereinigen sich nicht nach (bestimmten *P.*) Volumen, da er angiebt, daſs eine partielle Verbindung erfolge. Grotthuſs scheint zu glauben, die Combination der Gase durch den elektrischen Funken sey der Erfolg einer plötzlichen Zusammendrückung oder Annäherung der Theilchen, wobei einige Theilchen, durch die plötzliche Trennung anderer, in den Bereich ihrer Verwandtschaften gebracht werden. Obgleich er den Gegenstand nicht weit genug verfolgte, um zu ermitteln, welcher Grad von Verdünnung der Combination einen Damm entgegensetze, so bestärken doch seine Versuche diejenigen Ansichten, welche mechanische und thermische Molecular-Repulsion für ähnlich halten (*assimilate*), und die chemische Verwandtschaft als geschwächt (*antagonized*) durch physische Repulsion betrachten.

Verfolgt man die Analogien von der Zersetzung des Euchlorins bei niederer Temperatur, durch die des Ammoniaks bei höherer, die der Metalloxyde bei noch höherer, bis zu der des Wasserstoffoxyds, so erhellt, daſs eine ausgedehnte Reihe von Thatsachen vorhanden ist, welche starke Hoffnung giebt, daſs sich zwischen thermischer Repulsion und chemischer Verwandtschaft ein allgemeiner Antagonismus nachweisen, und in Bezug auf physische und chemische Attraction ein Stetigkeitsgesetz feststellen läſst.

Den Niederschlag aus Chlor, dessen ich in meinem vorhergehenden Aufsatz erwähnte, habe ich seitdem untersucht;

1) *Annal. de chim.*, *Vol. LXXXII.*

Digitized by Google

obwohl er in Farbe von dem in Lehrbüchern beschriebenen abweicht, finde ich doch, daſs er Platinchlorür ist, gebildet auf Kosten des Platindrahts. Der gröſsere Theil des Chlors in der Röhre verbindet sich mit dem Wasserstoff des Wasserdampfs, und die Chlorwasserstoffsäure wird vom Wasser absorbirt. Am Ende des Versuchs ist das Gasvolum fast auf die Hälfte zurückgeführt, und der Rückstand ist Sauerstoff.

Dieſs Resultat veranlaſste mich einige Analoga vom Chlor, nämlich Brom und Chlorjod, in dem Apparat, Fig. 10, Taf. I, mit einem glühenden Draht zu prüfen. Die Röhre war mit Flüssigkeit gefüllt, und mit ihrem Ende, bei den ersten Versuchen, in eine andere enge, mit derselben Flüssigkeit gefüllten Flüssigkeit eingetaucht. Als der Platindraht glühte, gab sowohl das Brom als das Chlorjod ein permanentes Gas aus, welches sich zu meiner Ueberraschung als Sauerstoff erwies. Bei einem Versuch sammelte ich einen halben Kubikzoll Gas aus einem gleichen Volum Chlorjod. Da bei dem Versuche in dieser Form eine zu groſse Menge von Flüssigkeit erforderlich war, um eine etwaige Veränderung derselben zu beobachten, so wiederholte ich ihn mit einer fünf Fuſs langen, zwei Mal gebogenen Röhre. Das Ende der Röhre, welches den Draht enthielt und zu unterst gestellt wurde, enthielt eine kleine Menge der Flüssigkeit, und die Buchten waren in kaltes Wasser getaucht. Durch diesen Versuch beabsichtigte ich den Dampf der Flüssigkeit zu verdichten und sie vor der Atmosphäre zu schützen, da es keine genügende Methode gab, sie einzuschlieſsen und dennoch dem entwickelten Gase freien Austritt zu gewähren, oder das letztere durch eine Verbindung fortzunehmen, ohne auch den ersteren zu absorbiren.

Ich hatte gehofft auf diese Weise die Versuche so weit zu treiben, daſs aller entwickelte Sauerstoff ausgeschieden und der Rückstand untersucht werden könnte; allein nach kurzer Zeit fand ich, daſs sowohl das Platin als das Glas in seiner Nähe von den Flüssigkeiten angegriffen wurde. Diese Schwierigkeit, ähnlich der, welche bisher die Isolation

tion des Fluors verhindert hat, bin ich bis jetzt nicht vermögend gewesen zu überwinden, doch hoffe ich die Versuche wieder aufzunehmen.

Da das Chlorjod vom Wasser zersetzt wird, so kann es keine beträchtliche Menge von letzterem enthalten; es muſs demnach, bis weitere Versuche gemacht sind, dahin gestellt bleiben, ob der Sauerstoff aus einer in der Flüssigkeit enthaltenen Menge Wasser entspringe und dessen Wasserstoff sich mit der Flüssigkeit verbinde, oder ob eine ähnliche Zersetzung wie bei den Hyperoxyden stattfinde. Die Versuche vermehren sicherlich die schon bekannten Analogien, welche zwischen den Hyperoxyden und den Salzbildnern (*halogens*) existiren, um eine neue und auffallende; allein bis jetzt beweisen sie noch nicht eine Analogie in der Zusammensetzung.

Schlieſslich möchte ich noch die Aufmerksamkeit auf einen Punkt lenken, dessen ich in meinem ersten Aufsatz zu erwähnen unterlassen habe, nämlich daſs die darin enthaltenen Resultate eine Erklärung liefern von dem bisher so mysteriösen Phänomen der nicht-polaren Wasserzersetzung durch elektrische Entladungen in den Versuchen von Pearson und Wollaston. Diese Klasse von Zersetzungen lassen sich jetzt viel weiter führen. Mit Ausnahme der geschmolzenen Metalle kenne ich keine Flüssigkeit, welche nicht, wenn sie einer so intensiven Hitze wie der des elektrischen Funkens, des Volta'schen Bogens oder des glühenden Platins ausgesetzt wird, ein permanentes Gas gäbe. Phosphor, Schwefel, Säuren, Kohlenwasserstoffe, Salze, Brom, Chlorjod, alle liefern Gas. Schon als bloſse Thatsachen, ohne alle theoretischen Betrachtungen, verdienen diese Erscheinungen meiner Ansicht nach die sorgfältigste Beachtung.

Die beschriebenen Apparate, besonders der Fig. 10, Taf. I, und die zahlreichen Anwendungen des Volta'schen Glühens, auf welche die ernstlich sich mit dem Gegenstand Beschäftigenden verfallen werden, versprechen, ich wage es zu glauben, neue Mittel und Wege zur Untersuchung der mo-

lecularen Constitution der Materie, so wie viele neue und wichtige Resultate.

1846, Nov. 10.

IV. *Ueber elektro-thermische Zersetzungen und ein Paar neue eudiometrische Methoden; von J. C. Poggendorff.*

(Vorgetragen in der Klassensitzung der Acad. vom 12. April d. J.)

Vor einiger Zeit hatte ich Veranlassung mir ein Elektro-Thermometer zu verfertigen, bestehend, wie das von Lenz gebrauchte, aus einem mit Alkohol gefüllten Fläschchen, in welchem ein Quecksilberthermometer von einem hindurchgeleiteten Platindraht schraubenförmig umgeben war. Der Zufall wollte, daſs ein Paar der etwas dicht liegenden Drahtwindungen einander berührten, und als ich nun einen galvanischen Strom durch sie hinleitete, entstand ein zischendes Geräusch, dem ähnlich, welches man hört, wenn bei der Wasserzersetzung im Voltameter die Platten mit einander in Berührung kommen. Zugleich sah ich von den Berührungspunkten Bläschen aufsteigen, welche die Flüssigkeit frei durchstrichen, also kein Alkoholdampf seyn konnten, sondern sich als ein permanentes Gas verriethen. Dieser Umstand bewog mich die Erscheinung weiter zu verfolgen.

Zu dem Ende lieſs ich eine kleine Flasche im Boden durchbohren und verschloſs die Oeffnung mit einem Pfropfen, durch welchen zwei, beinahe 1,5 Millimeter dicke Platindrähte gesteckt waren, ein gerader und ein etwa einen halben Zoll von seinem Ende rechtwinklich umgebogener. Dann füllte ich die Flasche mit absolutem Alkohol, und verband die herausragenden Enden der Drähte mit einer Batterie von zwei meiner kleinen Grove'schen Ketten.

So lange die Drähte einen merklichen Abstand von einander hatten, kam natürlich gar kein Strom zu Stande.

Digitized by Google

Wenn ich aber den gebogenen Draht drehte, so daſs sein horizontales Ende den aufrechten Draht zu berühren schien, entstand die eben erwähnte Erscheinung sogleich und viel ausgeprägter als vorhin. Nicht nur an der Berührungsstelle, sondern auch auf einer gewissen Strecke davon, dieſs- und jenseits, entwickelte sich ein permanentes Gas, und zugleich zeigte sich an jener Stelle ein Lichtschein, der ganz das Ansehen eines continuirlichen elektrischen Funkens beſaſs.

Die Stärke des Phänomens hing von dem Grade der scheinbaren Berührung der Drähte ab. Berührten sie einander zu innig, so verschwand es gänzlich, wie im Fall wo sie einen merklichen Abstand von einander beſaſsen. Zwischen beiden Fällen gab es eine Stellung der Drähte, bei welcher die Lichterscheinung und die Gasentwicklung ein Maximum war.

Gleich dem Alkohol verhalten sich Aether, Terpenthinöl und Mandelöl. Alle diese Flüssigkeiten und wahrscheinlich noch viele andere von ähnlicher Zusammensetzung, schlechter Wärmeleitung und geringer Wärmecapacität zeigen auf solche Weise die artige Erscheinung einer mit Lichtschein verknüpften Zersetzung, nicht nur beim Strome der erwähnten Batterie, sondern gar, wiewohl in viel schwächerem Grade, bei Anwendung einer *einfachen* Grove'schen Kette [1]), besonders wenn sie zuvor durch eine Weingeistflamme etwas erwärmt worden sind. Wasser dagegen und wäſsrige Flüssigkeiten scheinen einen intensiveren Strom zu verlangen; wenigstens war es mir mit der Batterie aus zwei Grove's nicht möglich mehr als ein starkes Zischen unter sehr schwacher Entwicklung feiner fast mikroskopischer Bläschen zu erreichen.

Nachdem ich diese Beobachtungen gemacht, wurde ich

1) Wenn ich in einer früheren Abhandlung angab (Ann. Bd. 70, S. 64), daſs der Strom einer einfachen Kette nicht vermöge durch fette Oele zu gehen, selbst wenn die Elektroden einander in dem Oele berührten; so gilt dieſs eben nur von Platten, also von einem, auf verhältniſsmäſsig groſse Flächen ausgebreiteten, und noch anderweitig durch eingeschaltete Widerstände geschwächten Strom.

gewahr, daſs Humphry Davy bereits i. J. 1802 ganz ähnliche Erscheinungen unter Händen hatte. Er beobachtete sie mit Hülfe einer Batterie aus 20 Paaren viereckiger Zink- und Kupferplatten von 13 Zoll Seite. Er schloſs diese Batterie durch Kohlenspitzen unter Wasser, concentrirter Schwefelsäure, concentrirter Salpetersäure, Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oelen, und sah in allen diesen Fällen unter Erscheinen lebhafter Funken, wie er sagt, eine mehr oder weniger starke Gasentwicklung eintreten.

Es sind nur wenige Seiten, auf welchen Davy Nachricht von dieser Erscheinung giebt [1]), und später ist er nicht auf sie zurückgekommen; auch kann ich nicht finden, daſs seitdem irgend ein Anderer sich in dieser Weise mit ihr befaſst habe. Davy's Beobachtungen werden, namentlich von Fechner in seinem als Repertorium des Früheren noch jetzt so schätzbaren *Lehrbuche des Galvanismus* (S. 308) nur als Beleg angeführt, daſs sich galvanische Funken selbst unter Flüssigkeiten hervorbringen lassen; sonst wird nichts hinsichtlich ihrer bemerkt.

Auch ich war anfänglich der Meinung, daſs man es bei dem in Rede stehenden Versuch mit Funken zu thun habe, da solche, wenigstens beim Unterbrechen einer metallischen Stromleitung unter Flüssigkeiten, z. B. beim Ausheben des Schlieſsdrahtes aus Quecksilber, ganz unzweifelhaft zum Vorschein kommen. Bei näherer Erwägung däuchte es mir aber sehr unwahrscheinlich, daſs der Strom einer so kleinen Batterie, wie ich gebraucht hatte, ja sogar der einer einfachen Kette, Spannung genug gehabt haben sollte, um unausgesetzt ein Ueberspringen von Funken zu veranlassen. Es würde dieſs in isolirenden Flüssigkeiten eine Schlagweite voraussetzen, die auſserordentlich viel gröſser wäre als die in der Luft.

Um mich darüber aufzuklären, untersuchte ich zuvörderst, ob an der Stelle, wo das Lichtphänomen erschien, irgend ein merklicher Abstand zwischen den Drähten vorhanden wäre; allein ich konnte selbst mit der Lupe nichts von ei-

1) Siehe Gilbert's Annalen (1803), Bd. 12, S. 353.

Digitized by Google

nem solchen entdecken. Die Drähte schienen einander durchaus zu berühren.

Indeſs war diese Beobachtung immer doch etwas zweifelhaft, als daſs sie nicht einer Bestätigung bedurft hätte. Ich schlug daher einen andern Weg ein. Wenn bei dem erwähnten Versuche isolirte Funken, auch in noch so rascher Folge, übersprängen, würde der Strom nicht mehr ein stetiger, sondern ein unterbrochener seyn, und er müſste dann, nach wohl bekannter Erfahrung, in einem neben ihm befindlichen Draht, einen Inductionsstrom hervorrufen. Käme dieser letztere Strom nicht zu Stande, so würde folgen, entweder daſs der Lichtschein aus einem bloſsen Glühen der aneinander liegenden Drahttheile hervorginge, oder daſs er aus einem continuirlichen Lichtbogen bestände.

So argumentirend schaltete ich demnach eine Inductionsrolle in die vorhin gebrauchte Batterie ein, und wiederholte den Versuch. Die Rolle enthält ein etwa 9 Lin. dikkes und 4 Zoll langes Eisendraht-Bündel, umgeben in zwei Lagen von $\frac{1}{2}$ Pfund eines 0''',75 dicken Kupferdrahts, auf welchen ungefähr 750 Fuſs eines Kupferdrahts von 0''',125 Durchmesser aufgewickelt sind. Die Vorrichtung ist so kräftig, daſs sie schon ohne Eisenkern und bloſs mittelst einer einfachen Grove'schen Kette sehr fühlbare Schläge beim Unterbrechen des Stroms ertheilt, um so mehr durfte ich erwarten, daſs sie mit Hülfe des Eisenkerns und einer Batterie von zwei Grove's ihre Dienste thun werde. Als ich indeſs, nach Einschaltung derselben in die Batterie, den erwähnten Versuch mit Alkohol wiederholte, konnte ich, ungeachtet Licht- und Gasentwicklung im besten Gange waren, nicht die geringsten Schläge von ihr in den Händen verspüren; selbst als die Zunge zwischen die Enden des Inductionsdrahtes geschoben wurde, blieben alle Commotionen aus.

Hienach scheint denn also wirklich der Strom unter den obwaltenden Umständen ein stetiger zu seyn, und das Lichtphänomen nicht durch isolirt überspringende Funken, sondern entweder durch glühende Drahttheile oder durch ei-

Digitized by Google

nen zusammenhängenden Lichtbogen erzeugt zu werden. In Betracht indeſs, daſs das Licht schon mit der *einfachen* Kette zum Vorschein kommt, bei welcher man schwerlich das Daseyn eines continuirlichen Bogens von leuchtendem Gase oder Dampfe einräumen kann, hat meiner Meinung nach die erstere Ansicht, also die von einem Glühen der festen an einander liegenden Drahttheile, die gröſsere Wahrscheinlichkeit.

Ob diese Ansicht sich auch auf die Davy'schen Versuche übertragen lasse, will ich dahin gestellt seyn lassen. Batterien aus sehr vielen Elementen, wie z. B. die von Gassiot aus 3520 Plattenpaaren, sollen schon ungeschlossen, bloſs wenn die Pole einander hinreichend genähert sind, eine ununterbrochene Reihe von Funken überschlagen lassen [1]). Bei Batterien von geringerer Plattenzahl ist dieſs nicht mehr der Fall, und selbst wenn sie Spannung genug besitzen, um den Lichtbogen zu erzeugen, geben sie diesen doch nur, wie noch neuerlich durch van Breda bestätigt worden ist [2]), nachdem man die Pole auf kurze Zeit mit einander in Berührung gesetzt, oder eine elektrische Entladung zwischen ihnen übergeleitet hat. Wie Davy eigentlich verfuhr, ist nicht angegeben. Eine sehr hohe Spannung konnte seine Batterie nicht besitzen, wohl aber muſste der Strom derselben, wegen Gröſse der Platten, von bedeutender Stärke seyn. Wenn er also nicht gerade Oeffnungsfunken beobachtet hat, ist es viel wahrscheinlicher, daſs die Kohlenspitzen, welche die Pole der Batterie bildeten, einander berührten, also solide glühten, oder einander berührt hatten und einen Lichtbogen lieferten, als daſs sie in Distanz fortwährend isolirte Funken überspringen lieſsen.

Wie dem auch seyn mochte: mir war es nach dem erwähnten Inductionsversuch nicht länger zweifelhaft, daſs man mit einem ununterbrochenen, durch den Strom zum

1) Annalen, Bd. 65, S. 476.

2) Ebend., Bd. 70, S. 326.

Digitized by Google

Glühen gebrachten Draht ganz dieselben Erscheinungen erhalten werde, wie mit zwei an einander gelegten Drähten. Und dieſs bestätigte sich denn auch in vollem Maaſse. Denn als ich einen dünnen Platindraht innerhalb einer der genannten Flüssigkeiten in's Glühen versetzte, wurde dieselbe mit solcher Leichtigkeit zersetzt, daſs es möglich wäre, jede zu wissenschaftlichen Untersuchungen erforderliche Menge Gas aus ihr darzustellen.

Zum Gelingen des Versuchs ist nur erforderlich, daſs der durch die Flüssigkeit geleitete Draht, was seine Dimensionen betrifft, im richtigen Verhältniſs zur Stromstärke stehe, damit er nicht entweder abschmelze, oder auſser Glühen bleibe, in welchem letzteren Falle zwar auch noch eine Gasentwicklung eintreten kann, aber doch immer nur eine schwache [1]). Ich habe es zweckmäſsig gefunden, statt *eines* Platindrahts, mehre sehr dünne zu nehmen, und deren so viele neben einander zu legen, als gerade erforderlich und hinreichend sind. Ich stecke dieselben mit ihren Enden in die Löcher zweier dicker Kupferdrähte, in welchen sie mittelst Schraubenmütter festgehalten werden.

Die Zersetzungen, die man hiedurch erhält, sind offenbar bloſse Wirkungen der Wärme, und wesentlich nicht verschieden von denen, die durch dieses Agens auch auf gewöhnliche Weise bewerkstelligt werden können. Wenn ich sie dennoch *elektro-thermische* zu nennen vorschlage, so geschieht es nur, um kurz ihren Ursprung, so wie ihre Verschiedenheit von den *elektrolytischen* zu bezeichnen [2]). Sie fallen ohne Zweifel ganz in eine Klasse mit der merkwürdigen Wasserzersetzung, die neuerlich von Hrn. Grove entdeckt

1) Davy leitete auch ein Stück des Schlieſsdrahts durch Alkohol, Aether und Oele, konnte es aber aus angegebenem Grunde nur bis zum Sieden der Flüssigkeit bringen.

2) Die zu Anfange dieses Aufsatzes erwähnte Erscheinung, daſs der galvanische Strom einen spiralförmig durch Alkohol geleiteten Draht ruhig durchlief, und nur dann erst zersetzend auf die Flüssigkeit einwirkte, als die Drahtwindungen einander irgend wo berührten, hat nichts Paradoxes und widerspricht dem Obigen nicht. Der Draht war nämlich zu lang

Digitized by Google

worden ist [1]). Da dieser talentvolle Physiker aber selbst in seiner ausführlichen Abhandlung über den Gegenstand, die ich erst vor wenigen Tagen erhalten habe, nicht speciell von den Erscheinungen bei kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten spricht, so scheint es mir nicht überflüssig, auf sie wiederum aufmerksam gemacht zu haben, nicht sowohl weil sie dem Auge ein ganz gefälliges Schauspiel darbieten, als vielmehr, weil sich wahrscheinlich noch nützliche Anwendungen von ihnen werden machen lassen.

In einer Beziehung scheint mir der Proceſs schon jetzt nicht ohne Belehrung zu seyn. Allgemein wird nämlich angenommen, daſs wenn einmal zwischen einem Gefäſs und der darin enthaltenen Flüssigkeit Berührung stattfindet, diese letztere nicht über ihren Siedpunkt hinaus erhitzt werden könne, weil die Verdampfung jeden hinzugefügten Wärmeüberschuſs sogleich ableite. Bei obigem Proceſs verhält es sich anders. Man kann mit einem mäſsig erhitzten Draht beginnen; dann siedet die Flüssigkeit bloſs an ihm. Verstärkt man nun den Strom, so wird dem Draht mehr Wärme zugeführt, als ihm die Flüssigkeit mit sammt ihren Dampf entziehen kann. Der Draht kommt also in's Glühen, und in demselben Augenblick löst sich die Flüssigkeit unter einem platzenden Geräusche von ihm ab, so daſs er bloſs von einer Dampfatmosphäre umgeben ist. Da hieran die Elektricität als solche offenbar keinen Antheil hat, so scheint mir gar nicht zweifelhaft zu seyn, daſs man das Leidenfrost'sche Phänomen auch mit gewöhnlichen Mitteln in einer bereits siedenden Flüssigkeit würde hervorbringen können, wenn man dabei im Stande wäre, dem Boden des Ge-

und zu dick, um durch den Strom hinreichend erhitzt zu werden; an der Stelle aber, wo zwei Windungen einander berührten, war dem Strom, wegen Kleinheit der Berührungsfläche, gleichsam ein kurzer dünner Draht dargeboten, und hier konnte demnach, gemäſs dem bekannten Gesetz, daſs die Wärmewirkung des Stroms proportional ist dem Product aus dem Quadrat der Intensität in den Widerstand, die Temperatur des Metalls sich hinlänglich steigern, um eine Zersetzung der Flüssigkeit zu bewirken.

1) Siehe die beiden vorhergehenden Aufſätze.

fäſses mehr Wärme zuzuführen als ihm durch die Verdampfung entzogen wird.

Neue eudiometrische Methoden.

Die Leichtigkeit, mit welcher kohlenwasserstoffhaltige Flüssigkeiten der elektro-thermischen Zersetzung unterliegen, könnte wohl zu der Untersuchung auffordern, in wiefern die dabei entstehenden Producte denen gleich seyen, welche man mittelst elektrischer Funken oder der bloſsen Glühhitze bekommt. Was mich betrifft, so glaubte ich indeſs davon abstehen zu müssen, um so mehr als es gewiſs groſse Schwierigkeiten hat, ein gegebenes Quantum der Flüssigkeit durch dieses Verfahren bis auf das letzte Tröpfchen zu zersetzen, was doch andererseits zu einem numerischen Vergleiche nothwendig erscheint. Ich habe mich nur mit dem Gase aus dem Alkohol etwas näher beschäftigt, bei dessen Bildung übrigens Kohle abgeschieden wird, wie man dieſs deutlich an den Berührungspunkten zweier an einander gelegten Drähte, und an der Schwärzung eines ununterbrochenen Drahtes sieht.

D a v y giebt an, dieſs Gas bestehe aus 2 Vol. Sauerstoff und 11 Vol. eines brennbaren Gases, das zum Theil leichter Kohlenwasserstoff zu seyn scheine. Ich habe in dem Gase, wenigstens wenn der Alkohol ein sehr entwässerter war und zuvor ausgekocht worden, keinen freien Sauerstoff finden können, so wenig wie Kohlensäure, denn es wurde weder durch Phosphor oder Salpetergas, noch durch Aetzkali in seinem Volume verringert.

Um näher die Natur desselben kennen zu lernen verpuffte ich es, nach Zusatz der nöthigen Sauerstoffmenge, durch den elektrischen Funken im Eudiometer, unter Anwendung von concentrirter Kochsalzlösung als Sperrflüssigkeit, um, vor der Einbringung von Aetzkali, die Absorption der gebildeten Kohlensäure wenigstens zu verringern. Der best gelungene von mehren Versuchen ergab auf 10 C.C. Gas, an verzehrtem Sauerstoff 15 C.C. und an erzeugter Kohlensäure 4 C.C.

Digitized by Google

Dieses, so wie die übrigen Resultate, die zwar keinen Anspruch auf groſse Genauigkeit machen dürfen, da sie, wegen Gefährlichkeit der Operation, immer nur an sehr kleinen Gasmengen erhalten werden konnten, paſsten doch zu wenig mit der Zusammensetzung der beiden hier zu vermuthenden Kohlenwasserstoffe (des Sumpf- und des ölbildenden Gases), als daſs nicht das Vorhandenseyn eines Gasgemenges wahrscheinlich geworden wäre. In solchem Falle aber kann, wie ich schon vor mehren Jahren näher auseinandergesetzt habe [1]), aus dem Resultate einer eudiometrischen Verpuffung (selbst wenn man zu dem verzehrten Sauerstoff und der erzeugten Kohlensäure, auch noch das gebildete Wasser bestimmt hätte) nichts gefolgert werden, so lange man nicht schon anderweitig weiſs, mit was für Gasen man es zu thun habe.

Aus dem Alkohol können möglicherweise entstehen: ölbildendes Gas, leichtes Kohlenwasserstoffgas (Sumpfgas), Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, ja selbst Kohlensäure. Die vier ersteren Gase zu trennen, oder auch nur mit Sicherheit in dem Gemenge zu erkennen, ist der Chemie bisher entweder gar nicht oder nur sehr unvollkommen möglich gewesen. Allenfalls kann das ölbildende Gas durch Chlor abgeschieden werden; für die drei übrigen Gase, namentlich wenn noch Stickgas vorhanden ist, sind die Proceduren umständlich und sehr miſslich.

Ich glaube einen kleinen Beitrag zur Lösung der Aufgabe zu liefern, wenn ich eine Methode angebe, mittelst welcher, wenigstens bei Abwesenheit von Kohlenoxyd, der Wasserstoff in einem solchen Gemenge aufgefunden und mit Leichtigkeit quantitativ bestimmt werden kann.

Das Mittel hiezu liefert das zarte schwarze Platinpulver, welches man elektrolytisch aus einer verdünnten Platinlösung auf eine Platinplatte niederschlagen kann. Wenn man von zwei mit solchen Platten versehenen Glasröhren nach Art der Grove'schen Gaskette die eine mit Sauerstoff und die andere mit dem genannten Gasgemenge füllt, darauf die

1) Annalen, Bd. 46, S. 622.

Platten metallisch mit einander verknüpft und die Vorrichtung 36 bis 48 Stunden stehen läſst, so zeigt das Gemenge eine Volumsverringerung, die, bei Abwesenheit von Kohlenoxyd, alleinig vom absorbirten Wasserstoff herrührt; denn die Kohlenwasserstoffe werden nicht angegriffen.

Kohlenoxyd, wenn es zugegen wäre, würde bei diesem Proceſs freilich ebenfalls, obwohl viel langsamer als der Wasserstoff afficirt; allein da es ein ihm gleiches Volum an Kohlensäure bildet, so wird es nur dann die Bestimmung des Wasserstoffs beeinträchtigen, wann die Absorption der Kohlensäure nicht verhindert ist. Die Wahl einer schicklichen Sperrflüssigkeit würde diese Absorption, wenn auch nicht ganz verhüten, doch vielleicht auf ein Minimum herabsetzen.

Indeſs ist dieſs Verfahren noch etwas umständlich; denn man bedarf des Sauerstoffgases und zweier getheilten Glasröhren, welche noch dazu, wenn sie bequem mit den Gasen zu füllen seyn sollen, die Platinplatten oben durchlassen müssen, damit man sie in Verbindung setzen könne. Es erlaubt jedoch eine Vereinfachung, die auch in theoretischer Hinsicht von Interesse ist.

Schon vor einigen Jahren habe ich mich durch Messungen der elektromotorischen Kraft der Gasbatterie überzeugt, wovon ich die Detail noch künftig mitzutheilen gedenke, daſs das, was hier von Grove und Andern eine *einfache* Kette genannt wird, es in der That nicht ist, daſs vielmehr jede der beiden Röhren, aus welchen ein Element dieser Batterie besteht, schon für sich eine geschlossene einfache Kette darstellt, indem nämlich der in das Gas hineinragende Theil der Platte, je nachdem es Wasserstoff- oder Sauerstoffgas ist, sich gegen den in der Flüssigkeit stehenden Theil positiv oder negativ verhält [1]).

Diesem gemäſs wird also, wenn eine platinirte Platinplatte oben von Wasserstoff und unten von Schwefelsäure umgeben ist, sich durch galvanische Wasserzersetzung an dem oberen Theil Sauerstoff und an dem unteren Theil Wasserstoff ausscheiden, und die Platten in dünner unsicht-

1) Vergl. Annalen, Bd. 65, S. 474.

Digitized by Google

barer Schicht bekleiden. Vermöge der bekannten katalytischen Wirkung des fein zertheilten Platins wird nun oben der Sauerstoff sogleich mit dem gasförmigen Wasserstoff zu Wasser vereinigt. Unten, in der Flüssigkeit, findet keine entsprechende Fortnahme des ausgeschiedenen Wasserstoffs statt, und es wird also bald ein Stillstand des Stromes eintreten, wenn nicht die Flüssigkeit von der Art ist, daſs sie den erforderlichen Sauerstoff hergeben kann, oder vielmehr, nach der gewiſs richtigeren Ansicht von Daniell, daſs sie statt des Wassers oder eher als dasselbe zersetzt wird. Schwefelsäure erfüllt diese Bedingung nicht; es muſs statt ihrer eine leicht reducirbare Flüssigkeit genommen werden. Als sehr zweckmäſsig habe ich Chromsäure gefunden, oder vielmehr das Gemisch von 3 Th. saurem chromsauren Kali, 4 Th. concentrirter Schwefelsäure und 18 Th. Wasser, ein Gemisch, welches vor einigen Jahren von Warrington statt der Salpetersäure zur Construction von Volta'schen Batterien vorgeschlagen worden ist [1]).

Diese Flüssigkeit wirkt direct auf Wasserstoffgas nicht ein, wenigstens bei Ausschluſs von ungeschwächtem Sonnenlicht. Sperrt sie aber das Gas in einer Röhre, in welche man bis oben hinauf eine platinirte Platinplatte eingeschoben hat, so wird, dem eben auseinandergesetzten Processe gemäſs, innerhalb einiger Stunden Alles vollständig absorbirt. Hat man die Platte nicht bis zur Wölbung der Röhre hinaufgeschoben, so geht die Absorption auch nur genau so weit als die Platte reicht.

Daſs ölbildendes Gas, auf ähnliche Weise behandelt, keine Absorption erleidet, läſst sich wohl aus Grove's Angabe über dessen Unwirksamkeit in der gewöhnlichen Gaskette mit Gewiſsheit annehmen.

Vom leichten Kohlenwasserstoff (vom Sumpfgase) kann ich dasselbe aus eigener Erfahrung bestätigen. 38 C.C. dieses Gases, nach Dumas's Vorschrift aus essigsaurem Natron und ätzendem Baryt bereitet, verloren durch 30stündige Behandlung mit Platin und Chromsäure, nicht mehr

1) Annalen, Bd. 57, S. 101.

Digitized by Google

als *ein* Kubikcentimeter, das sehr wahrscheinlich kein Sumpfgas gewesen war. Als ich darauf 8 C. C. Wasserstoffgas hinzufügte, trat sogleich eine merkbare Absorption ein, die, nach etwa 24 Stunden, das Volum genau wieder auf 37 C.C. zurückgeführt hatte.

Kohlenoxyd wird unter ähnlichen Umständen in Kohlensäure verwandelt; kann aber natürlich nur dann eine Volumsverringerung zeigen, wenn der Absorption dieser letzteren nicht vorgebeugt ist. Die Umwandlung in Kohlensäure geschieht auch langsam. 50,5 C.C. Kohlenoxyd, aus ameisensaurem Natron und concentrirter Schwefelsäure dargestellt, 24 Stunden lang mit Platin und Chromflüssigkeit behandelt, reducirten sich auf 45 C.C., und zwar weil die Flüssigkeit noch Kohlensäure absorbirte, wovon ich mich auch durch einen directen Versuch überzeugte. Diese Absorption zu verhindern, ist mir leider bis jetzt nicht möglich gewesen; aber verringern kann man sie, wenn man die Chromsäure vorher mit Kohlensäure sättigt.

Aus diesem Allen geht hervor, daſs der Wasserstoff, welcher Kohlenwasserstoffen beigemengt ist, bestimmt werden kann, bei Abwesenheit des Kohlenoxyds, vollständig, bei Gegenwart desselben angenähert, und zwar desto besser, je vollständiger es gelingt, die Absorption der Kohlensäure zu verhüten. Wasserstoff und Kohlenoxyd können durch den obigen galvanischen Proceſs nicht von einander getrennt werden, wohl aber lassen sich beide zusammen dadurch vom Kohlenwasserstoffe scheiden, obwohl dazu ein Zeitraum von mehren Tagen erforderlich seyn wird.

Ich habe versucht, von diesen Erfahrungen eine Anwendung zu machen auf das durch galvanische Hitze aus dem Alkohol abgeschiedene Gas. 45 C.C. desselben, mit Chromsäure und Platin behandelt, kamen innerhalb drei Tagen auf 18 C.C. zurück, also 100 auf 40. Angenommen, es sey in dem Gase kein Kohlenoxyd vorhanden, würde es also 60 Proc. Wasserstoff enthalten. Fünf Kubikcentm. des Rückstands in ein Eudiometer gebracht, und daselbst mit 20 C.C. Sauerstoff verpufft, verzehrten von demselben 13,5,

Digitized by Google

also nahe das Dreifache ihres Volums. Hienach scheint der Rückstand im Wesentlichen ölbildendes Gas zu seyn, und also das Alkoholgas zu bestehen aus 40 Volumenprocente ölbildendes Gas und 60 Wasserstoffgas. Eine solche Zusammensetzung stimmt auch mit dem vorhin angeführten Resultat der Verpuffung des unzerlegten Alkoholgases, wonach dasselbe das Anderthalbfache seines Volums an Sauerstoff verbraucht, um in Kohlensäure und Wasser verwandelt zu werden.

Ich gebe übrigens diese rohe Bestimmung nur als Beispiel des Gebrauchs der Methode, hoffend sie in Zukunft noch so zu vervollkommenen, daſs sie anderer Anwendungen fähig sey, z. B. zur Analyse des Leuchtgases aus Steinkohlen angewandt werden könne [1]).

Schlieſslich will ich mir noch erlauben einen galvanischen Proceſs anzugeben, der gleichsam der umgekehrte von dem vorigen ist, indem er gestattet, Sauerstoff von anderen Gasen zu entfernen, und somit z. B. die atmosphärische Luft zu analysiren.

Schon Grove hat die Gaskette als Eudiometer anzuwenden versucht, und sie zu diesem Behufe ganz brauchbar gefunden [2]). Sein Verfahren besteht darin, daſs er die eine Röhre dieser Kette statt des Sauerstoffs mit atmosphärischer Luft füllt, während die andere Wasserstoff enthält. Die Absorption, die nach etwa zwei Tagen sicher beendet ist, giebt den Sauerstoffgehalt, der bei seinem Versuche genau 21 Proc. betrug.

Einfacher ist folgendes Verfahren. Man nimmt einen platinirten Platinstreif, bindet daran, mittelst eines Platin- oder Kupferdrahts, einen Kupferstreifen, und schiebt ihn in eine getheilte Glasröhre, die man nun über verdünnter

1) Ich habe mit dem Steinkohlengase der beiden hiesigen Beleuchtungsanstalten ein Paar vorläufige Versuche gemacht, und in dem einen etwas über 50, in dem andern etwas unter 50 Procent Gas gefunden, welches durch Chromsäure und Platin absorbirt wird, also kein ölbildendes Gas ist.

2) S. Ann. Ergänzbd. II, Heft III, S. 393

Digitized by Google

Schwefelsäure mit einer abgemessenen Menge von atmosphärischer Luft versieht. Das Kupfer muſs in der Säure stehen, und das Platin hinreichend weit in die Luft hineinreichen.

Man hat hiedurch eine schwache galvanische Kette, welche nicht im Stande ist, das Wasser sichtbar zu zersetzen, welche aber das Platin, so weit es benetzt ist, mit einer dünnen unsichtbaren Schicht von Wasserstoff bekleidet. Durch die katalytische Wirkung des Platins wird diese Wasserschicht mit dem Sauerstoff der Luft verbunden, und, da sie sich nach ihrer Fortnahme sogleich wieder erneut, wird die Luft zuletzt ihres Sauerstoffs gänzlich beraubt.

Bei einem Versuche, bei welchen ich 40 C.C. Luft etwa 30 Stunden mit erwähnter Kupfer-Platin-Kette stehen gelassen hatte, wurden 8,4 C.C. Sauerstoff absorbirt, also genau 21 Procent.

Dieſs Verfahren steht, was Genauigkeit betrifft, gewiſs keiner der bisher angewandten eudiometrischen Methoden nach, übertrifft sie aber alle an Einfachheit, Bequemlichkeit und Sauberkeit.

V. *Physikalische Notizen; von G. Karsten.*

1) Elektrisches Leitungsvermögen einiger Schwefelmetalle.

Diejenigen Körper, die aus einem isolirenden und einem leitenden Bestandtheile zusammengesetzt sind, verhalten sich bekanntlich in Bezug auf ihr elektrisches Leitungsvermögen sehr verschieden. Schon J. Pelletier [1]) bemerkt, daſs man keine von der Schweflungsstufe eines Metalles entnommene allgemeine Regel für dessen Leitungsvermögen aufstellen könne.

1) J. Pelletier, Ueber das elektrische Leitungsvermögen der Mineralien. Gilb. Annal., Bd. 46, S. 198.

Die von **Pelletier** gemachten Angaben wurden im Allgemeinen von **J. Fr. L. Hausmann** und **F. C. Henrici** [1]) für die natürlich vorkommenden Substanzen bestätigt, obgleich sich im Einzelnen abweichende Bestimmungen finden.

Die Anwesenheit des Hrn. **Munck af Rosenschöld** war Veranlassung, daſs hier Versuche mit Schwefel-Antimon-Stangen angestellt wurden, und in Folge dessen untersuchte ich noch einige andere, auf künstlichem Wege dargestellte Schwefelmetalle in Beziehung auf ihr elektrisches Leitungsvermögen.

Es stellte sich hierbei heraus, daſs es unter den Schwefelmetallen einige giebt, die ohne die geringste nachweisbare Veränderung in ihrer chemischen Zusammensetzung, je nach der Bereitungsart, bald Isolatoren, bald Leiter für die Elektricität sind; und hieraus erklären sich sodann die Abweichungen in den Angaben der verschiedenen Physiker.

Die Substanzen wurden entweder in den festen regellosen Stücken, wie man sie bei der Bereitung auf trocknem Wege erhält, oder in Stangen gegossen, oder in Pulverform untersucht, wobei durch Erwärmung die adhärirende Feuchtigkeit möglichst entfernt wurde.

Zur Untersuchung der pulverförmigen Substanzen wendete ich Glasröhren an, in welche die völlig getrockneten Pulver geschüttet wurden. Das eine Ende der Glasröhre ist mit einer Metallplatte verschlossen, während in das andere durch einen Kork eine Stahlnadel in das Pulver bis zu beliebiger Tiefe eingesenkt werden kann. Auſsen an den Röhren ist eine Vorrichtung angebracht, um zu sehen durch welche Dicke der Schicht die Elektricität hindurchgehen soll.

Leiter heiſsen nun die Körper, welche ein gewöhnliches Elektroskop bei der Berührung augenblicklich entladen; *Halb-*

1) **J. Fr. L. Hausmann** und **F. C. Henrici**, Versuche über das elektrische Leitungsvermögen der Mineralkörper. Mitgetheilt in der neunten Versammlung des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde am 13. September 1834.

Halbleiter bedürfen hierzu einiger Zeit; *Isolatoren* lassen die Divergenz der Goldblättchen ungeändert.

Schwefel-Antimon, antimonium crudum, pulverförmig, ist ein *Leiter.* Durch Schmelzung kann es aber auch zum *Halbleiter* und zum *Isolator* werden. Diese Beobachtung rührt von Hrn. Rieſs her, der durch Versuche darauf geführt wurde, welche bezweckten, Stangen von Schwefel-Antimon herzustellen, an denen das von Munck af Rosenschöld beschriebene Phänomen [1]) der Ladung zu zeigen wäre. Da es sich als wahrscheinlich herausstellte, daſs die Schnelligkeit oder Langsamkeit der Abkühlung diese Veränderung in dem Leitungsvermögen des Schwefel-Antimons bedinge, so versuchte ich durch Anwendung der verschiedenartigsten Formen beim Gieſsen den Abkühlungsproceſs zu regeln. Wendet man Formen an, in denen die Abkühlung sehr schnell vor sich geht, wie sehr dicke eiserne, oder in kalten feuchten Sand gemachte, so zeigen die Schwefel-Antimonstangen eine glasartige Hülle, welche *isolirend* ist, der Kern mit krystallinischer Structur ist dann noch oft ein vollkommener Leiter. Sind dagegen die Formen von solcher Beschaffenheit, daſs die Abkühlung langsam vor sich geht, z. B. von gebranntem Lehme, von trocknem Formsande, von Glas u. s. f., so sind die Schwefel-Antimonstangen vollkommen krystallinisch und *leitend.*

Weder jene *isolirenden* noch diese *leitenden* Stanzen zeigen das Phänomen der Ladung, sondern eine *halbleitende* Zwischenstufe, wie aus einem von Hrn. Munck af Rosenschöld an Hrn. Rieſs gegebenem Exemplare hervorgeht.

Es ist mir zwar auch gelungen solche Stücke zu erhalten; sie zeigen aber die Ladungserscheinung nur sehr schwach und nur mit Hülfe des Condensators oder des Behrend'schen Elektroskops, wogegen das von Hrn. Munck af Rosenschöld bereitete Stück jenes Phänomen sehr deutlich am gewöhnlichen Elektroskope sehen läſst.

Das auf nassem Wege dargestellte Schwefel-Antimon,

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 43, S. 217.

Digitized by Google

Mineralkermes, ist, wie Rieſs bemerkte, ein vollkommener Isolator.

Schwefel-Arsenik, realgar (nach Hausm. und Henr. Halbleiter, nach Pelletier Isolator), ist, wie der vorige Körper, bald Leiter, bald Isolator der Elektricität.

Natürliche Krystalle von Nagyag sind *Leiter*, ebenso das pulverförmige auf nassem Wege dargestellte Realgar. Durch Schmelzung werden dagegen beide, die Krystalle sowohl wie das Schwefel-Arsenikpulver zu vollkommenen Isolatoren.

Die zweite Schwefel-Arsenikverbindung, das *Auripigment*, ist in allen Zuständen ein vollkommener Isolator. Hausmann und Henrici nennen künstliches Rauschgelb einen Halbleiter, vielleicht war der bei diesem Körper leicht adhärirende Wasserdampf die Ursache der schwachen Leitungsfähigkeit.

Schwefel-Zink, auf trocknem Wege dargestellt, in Stükken und fein gepülvert, ist ein *Leiter;* das auf nassem Wege dargestellte *isolirt* dagegen vollkommen. Ebenso wie diese künstlich bereiteten mögen auch wohl die natürlich vorkommenden Schwefel-Zinkverbindungen sich unterscheiden, und sich so die Angaben von Hausmann und Henrici mit denen von Fox vereinigen lassen; die Ersteren nennen die gelbe Zinklende *fast isolirend*, die braune *halbleitend*, während nach Fox beide Varietäten *Isolatoren* sind.

Schwarzes, durchaus reines *Schwefel-Quecksilber* ist, nach Hrn. Munck af Rosenschöld, ein guter *Leiter*, der Zinnober dagegen, wie bekannt, ein vollkommener *Isolator*.

Schwefel-Kadmium, auf trocknem Wege dargestellt, pulverförmig und in Stücken, ist ein *Leiter*, das auf nassem Wege dargestellte dagegen *isolirt* vollständig, selbst bis zu einer Dicke der Schicht von einer halben Linie. Das Schwefel-Kadmium unterscheidet sich also von dem ihm so nahe stehenden *Schwefel-Zinn*, welches bei jeder Art der Bereitung ein vollkommener Leiter ist.

Digitized by Google

Die verschiedenen Zustände am Schwefel-Antimon und Realgar sind um so interessanter, als an den beiden schon früher bekannten Beispielen von Leitung und Isolirung derselben Substanz, nämlich beim Schwefelquecksilber und der Kohle, der krystallinische Zustand der leitende und der amorphe der isolirende ist, während Schwefel-Antimon und Realgar sich entgegengesetzt verhalten.

Die übrigen untersuchten Schwefelmetalle, nämlich: *Schwefel-Gold*, *Schwefel-Silber*, *Schwefel-Wolfram*, auf nassem Wege bereitet, ferner: *Schwefel-Kupfer*, *Schwefel-Zinn*, *Schwefel-Blei*, *Schwefel-Wismuth*, *Schwefel-Eisen*, mögen sie auf trocknem oder nassem Wege hergestellt seyn, in Stücken oder pulverförmig angewendet werden, sind stets Leiter der Elektricität.

2) Pyro-Elektricität des derben Boracites.

Der bei Staſsfurth im dortigen Steinsalzgebirge vorkommende derbe Boracit [1]) zeigt, trotz seiner völligen Structurlosigkeit, die unter dem Mikroskope bei 250facher Linearvergröſserung nicht das geringste krystallinische Gefüge erkennen läſst, dennoch eine Erscheinung, welche die Pyro-Elektricität dieses Minerals beweist.

Werden nämlich fein zerriebene Theilchen desselben auf einer Metallplatte über der Spirituslampe erwärmt [2]), so machen sich sehr sonderbare Bewegungen bemerklich: die Theilchen schieben sich von einander, ballen sich zusammen, ziehen sich an und stoſsen sich ab. Fein gepülverte Boracitkrystalle verhalten sich ebenso, auch ist das Phänomen keineswegs stärker an ihnen zu sehen. Viel schwächer dagegen ist dieſs der Fall bei fein gepülvertem Schwerspathe, den ich des Vergleiches wegen auf dieselbe Weise behandelte.

1) Monatsberichte der Berliner Academie, 1847, Januar, S. 19. (Ann. Bd. 70, S. 557.)

2) Die Methode, welche Brewster zur Erkennung der Pyro-Elektricität des Turmalinpulvers anwendete. S. Schweigger's Journ., Bd. 43, S. 97.

Digitized by Google

Der Unterschied zwischen amorph und krystallinisch wird durch diese Thatsache ganz geläugnet; wo wir an anderen Körpern Amorphismus wahrzunehmen glauben, könnte dieſs davon herrühren, daſs wir für sie kein so feines Mittel haben, die krystallinische Structur zu zeigen, als die Pyro-Elektricität für den derben Boracit ist.

3) Elektrische Staubfiguren.

Im Jahre 1843 beschrieb ich [1]) eine Methode, wie auf Franklin'schen Tafeln Staubfiguren von besonderer Schönheit und Gröſse hervorgebracht werden können. Es geschieht dieſs, indem man eine solche Glastafel, deren einer Beleg beweglich ist, ladet, und nach Entfernung des beweglichen Beleges die Tafel entladet. Wenn die Figur gelingt, so sieht man den Entladungsfunken sich in einer leuchtenden, mannigfach verzweigten Figur über der ganzen Oberfläche der Tafel ausbreiten, und beim Bestreuen mit dem Gemenge von Schwefel und Mennige wird jene leuchtende Zeichnung in auſserordentlich zarten Verästelungen sichtbar gemacht.

Eine zweite Art der Figuren, die sich durch geradgestreckte kurze Aeste von der vorigen unterscheidet, entsteht dadurch, daſs man eine geladene Franklin'sche Tafel, wiederum nach Entfernung des einen Beleges, mit einer entgegengesetzt geladenen Flasche verbindet.

Während bei der ersten Art der Figuren auf der zweiten Seite der Platte nach Entfernung des Beleges und nach dem Bepulvern eine in ihrer Färbung der der ersten Seite entgegengesetzte Figur sichtbar wird, ist dieſs bei der zweiten Art nicht der Fall. Das heiſst also die durch den Ladungsstrom entstehende Figur läſst sich nicht zeigen. Der Grund hiervon liegt ohne Zweifel in der freien Elektricität der Tafel (da sich + und — E. der Tafel und Flasche nur selten vollkommen ausgleichen werden), welche durch den Beleg gleichmäſsig auf der Oberfläche verbreitet wird.

1) *Diss. de imponderabilium praesertim electricitatis theoria dynamica, p.* 32.

Digitized by Google

In diesen Tagen habe ich aber auf eine andere Weise Figuren vermittelst des Ladungsstromes hervorgebracht. Eine ungeladene Franklin'sche Tafel, deren einer Beleg entfernt ist, wird mit dieser unbelegten Seite durch einen gekrümmten Draht mit der äuſseren Seite einer geladenen Flasche oder Batterie verbunden. Die Entladung geschieht durch Verbindung des Beleges der Tafel mit der Innenseite der Batterie. Im Augenblicke der Entladung breitet sich der Ladungsfunke auf der unbelegten Seite der Tafel aus, und beim Bepülvern zeigt sich eine schöne Staubfigur, gebildet von der Elektricitätsart der Auſsenseite der Batterie.

4) Die Verdunstungsgränze des Quecksilbers.

Faraday bemerkte an Blattgold, welches bei einer Temperatur von +30° bis +20° F. über Quecksilber ausgespannt war, keine Veränderung mehr, und schloſs hieraus, daſs die Verdunstungsgränze des Quecksilbers innerhalb dieser Temperaturen falle.

Folgende Beobachtung, die ich vor drei Jahren gemacht und im vergangenen Winter zu wiederholen Gelegenheit hatte, widerspricht zwar jener Beobachtung Faraday's nicht, scheint es mir aber unwahrscheinlich zu machen, daſs die Verdunstungsgränze des Quecksilbers mit den angegebenen Temperaturen wirklich erreicht sey, jedenfalls kann sie dazu dienen, diese Gränze näher festzustellen.

Bei Gelegenheit nämlich von Versuchen über die chemische Wirkung des Lichts hatte ich im Winter in einem ungeheizten Raum, dessen Temperatur, wie aus dem Gefrorenseyn des destillirten Wassers hervorging, unter Null war, den Quecksilberkasten stehen, und erhielt nichts destoweniger ohne Erwärmung nach 24 Stunden vollständig entwickelte Lichtbilder.

Dieselbe Bemerkung hatte ich im vergangenen Winter zu machen, jedoch fand sich beim Nachlassen der Kälte keine Gelegenheit, die Versuche mit genaueren Temperaturbestimmungen zu wiederholen.

Hieraus scheint mir hervorzugehen, daſs jodirte Silberplatten, auf welche das Licht gewirkt hat, ein weit empfind-

Digitized by Google

licheres Reagenz auf Quecksilberdämpfe sind, als das Blattgold. Vielleicht findet sich ein Physiker in kälteren Gegenden veranlaſst, hierüber Versuche bei niedrigeren Temperaturen anzustellen.

Für die theoretische Bestimmung der Elasticität der Quecksilberdämpfe ist übrigens dieses Factum unwesentlich. Denn wenngleich hiernach weder die Formeln von Avogadro [1]), noch von Holtzmann [2]) in aller Strenge richtig seyn können, so würde sich doch die Spannkraft der Quecksilberdämpfe kaum noch in Druckhöhen angeben lassen.

5) Irisirendes Kupfer.

Brockelsby hat irisirendes Silber erhalten, indem er Perlmutter auf leichtflüssigem Metalle abdrückte und hierüber galvanoplastische Copien nahm [3]).

Schon vor acht Jahren habe ich galvanoplastische Abdrücke von Kupfer über irisirenden Knöpfen gemacht und Hrn. Prof. Dove mitgetheilt, die in denselben schönen Farben wie die Originalknöpfe spielten.

Die Sache hat wenig Auffallendes. Wenn man weiſs, daſs die galvanischen Niederschläge von solcher Feinheit sind, daſs sie die ungemein feinen Erhabenheiten und Vertiefungen eines Lichtbildes vollständig wiedergeben, wie sollte man nicht genaue Copien von Oberflächen erhalten, deren Unebenheiten im Vergleich zu denen eines Lichtbildes ungemein groſs sind, so groſs, daſs sie auf mechanischem Wege, wie durch Abdrücken in einer weichen Masse übertragen werden können.

Berlin, den 4. April 1847.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 27, S. 60 und 72.

2) Ueber die Wärme und Elasticität der Gase und Dämpfe, S. 28.

3) Sillim. Journ., 1846, Bd. 1, S. 112. — Poggend. Ann., Bd. 70, S. 204.

Digitized by Google

VI. *Ueber die Pseudomorphosen nach Steinsalz; von W. Haidinger.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den naturwissenschaftl. Abhandl. der Freunde der Naturwissensch. in Wien.)

Der freundlichen Güte des Hrn. Geheimen Hofraths Hausmann verdanke ich die Uebersendung einer Mittheilung, welche derselbe an die K. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen am 19. Mai d. J. (1846) gemacht hat [1]). Der Gegenstand derselben berührt so nahe verschiedene verwandte Studien und Beobachtungen, die ich anzustellen Gelegenheit hatte, daſs ich gerne mit einer Nachricht über dieses Vorkommen auch jene zusammenstellen möchte, besonders auch, da ich glaube, in Bezug auf die Erklärung der Erscheinung, die Construction des wahrscheinlichen Vorgangs bei der Bildung der verwandten Körper zu einem etwas abweichenden Schlusse Veranlassung zu finden.

Hr. Hofrath Hausmann erhielt nämlich von dem Hrn. Grafen W. von der Schulenburg-Hehlen zwei zusammengehörige Platten eines dichten, etwas bituminösen Mergelkalks von rauchgrauer Farbe, von welcher die eine die erhabene, die andere die vertiefte Form einer grob geformten vierseitigen Pyramide trug. Die Pyramidenflächen waren treppenartig gefurcht, und erinnerten vorzüglich durch diese Eigenthümlichkeit an die bekannten treppenförmig, mit hohlen Flächen gebildeten Salzwürfel, welche man so häufig, wenn auch mit kleineren Dimensionen beim Abdampfen der Salzsoole, besonders bei den höheren Temperaturgraden von 70° bis 76° erhält, während niedrigere vollständig ausgebildete Krystalle geben.

Eine der Platten zeigte, und zwar gerade dem Eindrucke gegenüber, einen anderen derselben entsprechenden Eindruck, die Spitze der einen Pyramide genau gegen die Spitze

1) Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, No. 8, Junius 22, 1846.

Digitized by Google

der anderen Pyramide gerichtet. Die Gröſse der beiden war sehr ansehnlich. Der Durchmesser der kleineren 1,4 Par. Zoll, der Durchmesser der gröſseren sogar vierthalb Par. Zoll.

Die Mergelkalkplatten gehören zur unteren Abtheilung des Muschelkalks vom Schiffenberg oberhalb Hehlen am linken Ufer der Weser. Sie überdecken eine Ablagerung von Gyps und Letten, und werden selbst wieder von einem, Enkrinitenstiele enthaltendem Kalksteine aus der mittleren Lagerfolge des Muschelkalks bedeckt.

Einer späteren Mittheilung Hausmann's an die K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen vom 21. Nov. zufolge [1]), hatte, veranlaſst durch die so eben erwähnte Angabe, ein anderer seiner ehemaligen Zuhörer, Hr. Strüver, bei Gelegenheit der Anfertigung einer geognostischen Karte der Gegend von Polle an der Weser, noch mehrere Stellen entdeckt, wo Pseudomorphosen nach Salz vorkommen, namentlich am Feldberg bei Höhe und in der Gegend von Bodenwerder. Stellenweise kommen sie in ganzen Afterkrystallbänken vor, und zwar auf der Gränze der unteren und mittleren Lage des Muschelkalks, und stets nahe an Gypsablagerungen. Nach einer in Wöhler's Laboratorio von Hrn. Carl List ausgeführten Analyse enthalten sie kohlensaure Kalkerde 61,19, kohlensaure Talkerde 22,501, unlösliches Thonsilicat 16,301 und 0,008 Chlornatrium.

Hausmann schreibt die Bildung der treppenartig hohlen Würfelräume, ähnlich dem Vorgange in den Salzsiedereien, der Abdampfung einer gesättigten Salzsoole bei erhöhter Temperatur, doch unter der Siedhitze zu, bei der sie wie analoge Bildungen in dem Pfannenstein, in Letten eingewickelt und späterhin wieder ausgelaugt werden. Er erwähnt dabei Prof. Amos Eaton's Nachricht [2]) über das Vorkommen ähnlicher pseudomorpher Räume in den Mer-

1) Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen, No. 17, 7. December 1846.

2) Silliman's *American Journal*, *XV*, *N*. 2, *January* 1829.

Digitized by Google

geln der nordamerikanischen Salzformation in der Nähe von Syrakus, Neu-York. Diese gehört nach den neuesten Untersuchungen einer älteren Schichtenfolge an, nämlich der Onondaga Salzgruppe in der obersilurischen Abtheilung des Uebergangsgebirges [1]). Es sind eigentlich nicht sowohl Pseudomorphosen, als die Abdrücke der hohlen Salzpyramiden in dem weicheren Kalkmergel, und dem rothen und grünen Mergelschiefer, in welchem sie von gröſster Vollkommenheit und in unermeſslicher Menge vorkommen. Tausende von solchen leeren Räumen, einige derselben bis zu 5 Zoll im Durchmesser, sieht man vorzüglich bei Manlius Center, am Südabhang des Eriekanals, 52 englische Meilen westlich von Utika. Viele davon scheinen, nach Eaton, über nicht vollkommen treppenförmig ausgehöhlten Würfeln von Salz gebildet zu seyn.

Auf den Salzwerken von Syrakus am Eriekanal, wo das Salz durch Anwendung der Sommerwärme, zum Theil durch Feuer unterstützt, abgedampft wird, beobachtete Eaton künstliche Hohlpyramiden, *hoppers*, bis zu 3 Zoll Durchmesser. Die natürlichen bei Manlius Center waren die gröſsten, aber sie kommen in groſser Ausdehnung auch anderwärts vor, so in dem Dorfe Salina, und etwas westlich von dem Dorfe Jordan, 82 Meilen westlich von Utika.

Bei einer Sendung, die das K. K. Montanistische Museum von Hrn. Dr. Tamnau in Berlin erhielt, befand sich auch ein Stück dieses Vorkommens von Syrakus. Die treppenförmigen Absätze, zum Theil übergreifend, sind mit einer Rinde von kleinen Quarz- und Kalkspathkrystallen überdeckt. Während der Mergel fest wurde, während das Salz durch den nachdringenden Strom von reinerem Wasser aufgelöst und hinweggeführt wurde, setzten sich die Krystalle dieser zwei Species ab, deren Materie der Strom herbeiführte.

Die Räume zwischen den sechs mit ihren Spitzen gegen einander gestellten vierseitigen Pyramiden sind übrigens

1) Vergleiche Charles Lyell's Reisen in Nordamerika u. s. w. Uebersetzt von Dr. Emil Th. Wolff. Halle 1846.

Digitized by Google

ganz leer. Vor einiger Zeit beschrieb ich Pseudomorphosen von *Gyps* nach *Steinsalz* von Göſsling an der Ips in Oesterreich [1]). Es lieſs sich bei denselben nachweisen, daſs ursprünglich Salzwürfel in einem noch ziemlich weichen Thonschlamm eingewachsen waren. Der Schlamm wurde nach und nach zusammengepreſst, die Salzwürfel zum Theil mit demselben; man findet in Aussee, in Hallstatt, in Hallein solche *verschobene* Salzwürfel. Zugleich wird die Oberfläche vertieft, das Salz lagenweise hinweggelöst, anstatt dessen lagern sich vorzüglich kleine *Quarz*- und *Dolomit*krystalle in einer Rinde ab. An der Stelle der Ränder bleibt ein erhabener *Grat* stehen, der noch immer sichtbar ist, wenn auch schon die Flächen ganz tief pyramidenförmig weggelöst sind, und das Innere von Gyps erfüllt wird.

Aber man sieht auch Salzwürfel, einen derselben von 3 Zoll Durchmesser, von Hall in Tirol, erst vor Kurzem durch den K. K. Hrn. Hofrath und Director J. Stadler daselbst für das K. K. Montan. Museum eingesandt, die auf diese Art selbst immer kleiner werden, und deren frühere Gröſse man noch an den Spuren erkennt, die sie in dem Mergel zurückgelassen haben. Man findet endlich Salzreste, ganz von der Form derjenigen von Manlius Center, welche nichts als ein *Salzkrystall-Gerüst* darstellen, ganz ähnlich den durch Abdampfung erhaltenen Hohlpyramiden. Werden diese endlich noch durch Auflösung hinweggeführt und der Raum bleibt hohl, so entsteht die von Eaton und Hausmann beschriebene Erscheinung, aber auf einem anderen Wege. Waren es ursprünglich *treppenförmig ausgehöhlte Würfel*, im Thonschlamm begraben, oder waren es ursprünglich *vollkommene Würfel*, in dem Thonbrei angeschossen, *als eingewachsene Krystalle* gebildet? Die einen wie die andern stellt man sich als durch den gleichen Vorgang aufgelöst vor. Ich glaube, daſs die zusammenhängenden Reihen, welche man aus unseren Alpenlocalitäten

1) v. Holger, Zeitschrift, Bd. 4, Heft 4, S. 225. — Poggendorff's Annalen, Bd. LII, S. 622.

Digitized by Google

bilden kann, ein bedeutendes Gewicht für die zweite Ansicht in die Wagschale legen. Die pseudomorphen Räume sind nach derselben die *Reste von vollständig* in Thonbrei ausgebildeten *Steinsalzwürfeln*, während der Erhärtung der Grundmasse zu Mergel, von der in ihrer Beschaffenheit veränderten Gebirgsfeuchtigkeit, nach und nach von der Oberfläche hinweg aufgelöst, wobei eine Zeit lang die noch weiche Masse nachdrücken und die entstehende Lücke ausfüllen konnte, bis sie so fest wurde, daſs ein ferneres Nachgeben nicht möglich war, und der letzte Raum hohl oder vielmehr mit Wasser erfüllt bleiben muſste. In der Classification der Pseudomorphosen könnte man sie als *Wasser pseudomorph nach Steinsalz* gebildet verzeichnen, wenn auch jenes durch die Porosität des Mergels längst entwichen und dieser ausgetrocknet ist. Jedenfalls bleiben es *Eindrücke* von Steinsalz in Mergel.

Die sonderbare Form von sechs, mit den Spitzen zusammengepreſsten *Mergelpyramiden* hatte längst die Aufmerksamkeit der Naturforscher gefesselt, aber es wurde keine genügende Erklärung gegeben. Beudant [1]) erwähnt solcher Mergel vom *Montmartre* bei Paris, und der bis dahin geltenden Ansicht, daſs sie durch den Druck der über dem Mergel liegenden Schichten hervorgebracht werden sollen. Er selbst betrachtet sie als durch Schwindung hervorgebracht, *formes produites par retrait,* ohne die Ursache der Schwindung näher zu bezeichnen. Doch werden sie mit den *ludus Helmontii* oder Septarien zusammen als analoge Bildungen verglichen.

Der Mergel, in dem sich diese Abdrücke der Salzwürfel finden, nach Stücken aus dem K. K. Hof-Mineralienkabinet, ist ungemein fein und von gleicher blaſs gelblichgrauer Farbe. Er enthält Abdrücke in ziemlicher Anzahl von Conchylien, die gleichfalls eine Salzwasserformation andeuten, *Turritella*, *Corbula* u. s. w., doch nur unvollkommen erkennbar, und die Schalen derselben eben so vollständig zerstört und aufgelöst, als die Masse der Salz-

1) *Traité de Mineralogie,* 1830, *I, p.* 152. Abgebildet Tab. IX, Fig. 42.

Digitized by Google

krystalle. Dagegen stecken Gypslinsen hin und wieder in dem Mergel, selbst durch jene Räume hindurch, die früher Salzkrystalle enthielten. Die sechs flachen Pyramidenspitzen berühren sich *beinahe vollständig*. Sie haben etwa einen Zoll Seite.

Die Entdeckung dieser Pyramidenmergel am Montmartre verdanken wir den HH. Desmarest Sohn und Constant Prevost, welche ihre Beobachtungen in einer den 15. April 1809 gelesenen Nachricht der philomatischen Gesellschaft in Paris mittheilten [1]). Die Erscheinung ist ungemein genau beschrieben, doch wird keine Erklärung gewagt, eine solche überhaupt der Zeit und neueren Beobachtungen anheim gestellt. Auch Brongniart hat in der neuen Auflage der geologischen Beschreibung der Pariser Gegend [2]) wohl die Nachricht der Entdecker aufgenommen, keineswegs aber eine Erklärung des Vorkommens versucht.

Die HH. Desmarest und Prevost theilen dort einen Durchschnitt der Gypsschichten mit, der ungemein lehrreich ist. Die Mergelpyramiden kommen in einem ziemlich lockeren Lager vor, das zwischen zwei festen Gypsflötzen liegt, dem *Petit Banc* von 0,19 Meter als Dach, und dem *Banc Rouge* von 3,30 Meter als Sohle, nach der dort bei den Arbeitern üblichen und auch von Desmarest dem Vater angenommenen Benennung. Bei Brongniart ist ersterer No. 17, letzterer No. 21 der dritten oder unteren Gypsmasse. Das Lager, 1,27 Meter mächtig, ist zu oberst zerklüftet, dann kommen häufige Reste von Meeresconchylien, aber bloſs in Abdrücken, die Schale ist gänzlich zerstört, zu unterst mit denselben, etwa in der Mitte des Lagers die Pyramidenmergel, gleich unterhalb die schönen pfeilförmigen Gypskrystalle, und der weiſse schuppige, sogenannte *Schneegyps, gypse niviforme*, in Nieren, endlich ein

1) *Journal des mines, T. XXV, p.* 227.

2) *Description géologique des environs de Paris. Par* M. M. G. Cuvier *et* Alex. Brongniart. *Nouvelle edition. Par* M. Alex. Brongniart, *p.* 334.

Digitized by Google

Theil des Mergellagers ohne Fossilien. Folgende Species wurden von Desmarest und Prevost bestimmt:

Calyptraea trochiformis.
Murex pyraster.
Vier *Cerithien.*
Turritella imbricataria.
- *terebra.*
Voluta citharea.
- *muricina.*
Ampullaria sigaretina.
Cardium porulosum.
Crassatella lamellosa.
Cytherea semisulcata.
Solen vagina.
Corbula gallica.
- *striata.*
- *anatina?*

Sie sind sämmtlich denen von Grignon analog. Ferner fanden sich Spatangen, Haifischzähne, Bruchstücke von Krabben, Fischgräten und Theile von ästigen Korallenstücken. Alles beweist, daſs der Absatz dieser Schicht ganz gewiſs im Meere stattfand, während andere höhere Schichten durch Landthiere, Cyclostomen, Limnäen u. s. w. eben so unzweifelhaft Süſswasserbildungen angehören.

Man hatte keinen Verdacht auf die Mergelpyramiden, daſs sie als Eindrücke von *Salzwürfeln* übrig geblieben seyn konnten, sonst hätte man sich ihrer eben so gut als Beweisgründe für das Daseyn einer Meeresbildung bedienen können, als der Meeresfossilien, ja es wäre dieſs ein noch viel unmittelbarerer Schluſs gewesen. Aber auch erst die Mittelglieder der Vorkommen von Nordamerika, von Hall, Aussee und andern Orten konnten darauf hinleiten, sie für solche zu nehmen. Aus dem Mergel, der selbst nach Desmarest und Prevost an 80 Procent kohlensauren Kalk enthält, wurde gewiſs durch eine auf den oben erwähnten Klüften in seinen oberen Theilen eindringende Gypslösung der Salzgehalt ausgelaugt, so daſs gegenwärtig nichts mehr davon übrig ist, aber in dem Theile, unmittelbar über dem dichteren Mergel ohne organische Reste, wurden neue Gypskrystalle abgesetzt. Auch die Bildung des Schneegypses deutet auf eine pseudomorphe Ablagerung, doch würden wohl auch dazu Beobachtungen in der Natur und über die chemische Zusammensetzung der darüber und der darunter

Digitized by Google

liegenden Mergel erforderlich seyn. Die Meeresconchylien und die Pyramidenmergel, die neben einander, ja einander durchdringend gefunden werden, bilden jedenfalls ein schönes Vorkommen zu gegenseitiger Erläuterung.

Das K. K. Hof-Mineralienkabinet in Wien besitzt eine nach *Steinsalz* vollendete Bildung, die zu merkwürdig ist, als daſs sie hier übergangen werden sollte. Das Stück wurde von Hrn. Custos Partsch bei seiner geognostischen Untersuchung von Oesterreich bei *Ranek am Oetscher* aufgefunden. Würfel von etwa dreiviertel Zoll Seite, aus sechs in der Spitze zusammenstoſsenden Pyramiden bestehend, sind in einem sehr mürben feinkörnigen *Quarzsandstein* eingewachsen. Der Sandstein ist porös, und zeigt sehr deutlich ganz ebene Lagen seiner sedimentären Bildung; auf einigen derselben liegen Glimmerblättchen. Die Masse der Würfel besteht gleichfalls aus zusammengebackenen *Quarzkörnchen.* Die ursprüngliche Oberfläche der Würfel ist noch deutlich und ganz eben durch eine zarte Trennung zu erkennen. Die Pyramidenflächen sind treppenförmig und schlieſsen fast ganz aneinander an. Die Hypothese eines Würfels mit Hohlpyramiden ist also hier unmöglich, nur die eines vollkommen ausgebildeten Würfels genügt. War er aber in dem lockeren Sande vor seiner Festwerdung in der Art enthalten, wie die Fontainebleauer Kalkspathe, oder hat die auflösende Gebirgsfeuchtigkeit nach Maſsgabe der Auflösung anstatt des Salzes, welches den Raum vollständig erfüllte, den Sand allmälig abgesetzt? Dieſs ist aus einem einzigen Handstücke eben so schwierig zu entnehmen, als es vielleicht durch die Untersuchung der Fundstätte in die Augen springen würde. Für die zweite der erwähnten Ansichten spricht, daſs die schichtenförmige Structur des Sandsteins nicht durch die Masse der Würfel hindurchgeht, auch scheint der dieselbe zusammensetzende Sand ein, wenn auch unbedeutend feineres Korn zu besitzen.

Mit den hohlen, von Steinsalzwürfeln zurückgelassenen Räumen stehen die *Gyps*pseudomorphosen von Göſsling, die *Anhydrit*pseudomorphosen von Hall, in so genauem Zu-

Digitized by Google

sammenhange, daſs ich noch einige Beobachtungen dahin gehöriger Vorkommen hier nicht unschicklich anreihen zu müssen glaube.

In dem K. K. Montanistischen Museo befindet sich ein Stück eines gröſseren *Würfels*, das aber selbst noch gegen zwei Zoll miſst, dessen Fläche eingedrückt, die Kanten in einen Grat ausgehend, genau wie die, wenn auch kleineren Gypspseudomorphosen. Das Innere des Würfels besteht aus groſskörnig zusammengesetzten *Anhydrit*individuen von etwa zwei Linien Durchmesser in jeder Richtung, vollkommen theilbar, stark glänzend, durchsichtig, die Farbe das schöne blasse Violblau der Species. Der Fundort ist *Hallein;* es müssen dort noch viele ähnliche lehrreiche Stücke vorgekommen seyn, aber es gelang mir bisher noch nicht, ungeachtet mehrfältigen Nachfragens, fernere Mittheilungen zu erhalten.

Das K. K. Hof-Mineralienkabinet besitzt einige Stücke von *Aix in der Provence* in Frankreich, im Groſsen *Würfel* von 2 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll Seite darstellend, aber ganz aus 2 bis 3 Linien groſsen linsenförmigen *Gyps*krystallen von honiggelber Farbe zusammengesetzt. Die Gestalt der Würfel ist verschoben, ganz so wie die in Thonmergel eingeschlossenen Salzkrystalle von Aussee und anderen Orten in den Alpen, auch sind die Flächen derselben vertieft, oder vielmehr es erscheinen vertiefte Drusen mit Gypslinsen ausgekleidet, anstatt einer jeden der Flächen. Die feste Mitte der um und um gleich, also ursprünglich eingewachsen gebildeten Massen, hat bei einem der Stücke nur mehr, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll, Dicke, während die Seite des breitgedrückten Würfels nahe $1\frac{1}{2}$, der Durchmesser desselben nahe $2\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Die Bildung dieser Varietät ist nicht zweifelhaft, erst Salzkrystalle in Thon, dann nach und nach aufgelöst und zusammengedrückt, während dem sich Gyps an den Stellen der Oberfläche absetzte, aber aus einem absteigenden oxydirenden Strome, der den Gyps durch Eisenoxydhydrat gelb gefärbt zurücklieſs, während Gypskrystalle in mehr reducirtem Zustande der Umgebung weiſs sind. Der

Digitized by Google

Vorgang bei der Ersetzung des Chlornatriums durch gewässertes Kalksulphat war hier etwas verschieden von der Bildung der Göſslinger Pseudomorphosen, bei welchen kein Absatz von Krystallen auf der Oberfläche stattfand.

Ich verdanke Hrn. Ritter von Pittoni in Gratz seit mehreren Jahren ein Stück, das sich den hier beschriebenen nahe anschlieſst. Es ist ein Mergel mit würfligen *Hohlräumen*, die von kleinen Krystallen von Anhydrit drusenartig ausgekleidet sind. Der Fundort ist *Pirano in Istrien*, um so interessanter und wichtiger, als man ältere Salzniederlagen in der Umgegend nicht kennt, wie in der Nähe mehrerer der übrigen in dieser Uebersicht verzeichneten Pseudomorphosen, und doch der Ursprung der gegenwärtigen unzweifelhaft ist. Doch haben wir durch die Nähe des Meeres hinreichend Auflösungsmittel, um die mächtigsten Salzstöcke theoretisch hinwegzuschaffen, die etwa die Kalk- und Sandsteinformationen des südlichen Alpenabhanges einst begleitet haben mochten, so wie wir sie noch auf dem nördlichen Abhange der Alpen, der Karpathen, oder in dem norddeutschen Salzrevier, ja auch in dem südlichen Abhange, aber mehr gegen Westen, in den Apenninen, antreffen.

Hr. von Pittoni hatte diese Pseudomorphosen in einer Mineraliensammlung des verstorbenen Salinendirectors Patzovsky in Capo d'Istria acquirirt. In dem Kataloge stand: »Aus den Salzschlemmereien von Pirano, sehr selten.« Sie kamen also wahrscheinlich aus den damaligen, und von alter Zeit her berühmten, ausgedehnten Meersalzgewinnungen, der Saline di Sizziole, im Grunde des Hafens delle Rose, oder auch Porto Glorioso genannt [1]). Gegenwärtig sind der Küste entlang viel weniger Salinen im Betriebe als früher. Die von Pirano wird mit etwa 2000 Arbeitern durch drei Monate des Jahres betrieben, und zwar für Rechnung von Privaten, welche sodann das Salz um einen bestimmten Preis abliefern. Es fehlen die Daten, um zu entscheiden, ob die Bildung der Pseudomorphosen vielleicht mit der Bearbeitung der Salinen selbst zusammenhängt,

1) Balbi, Erdbeschreibung. Pesth, Hardleben 1842. I, S. 349.

hängt, wahrscheinlicher ist es, daſs sie aus den älteren Mergeln herstammen, wenn auch diese von neuem Salz durchdrungen sind.

Als ich kürzlich Hrn. von Pittoni um nähere Daten über das Vorkommen fragte, und er mir auch das Obige freundlichst mittheilte, sandte er mir noch zwei Stücke von *Soóvar in Ungarn*, die von einer neuen Localität, und mit eigenthümlichen Abänderungen zu dem Schönsten und Merkwürdigsten gehören, was man in dem Kreise der hier verzeichneten Vorkommen anzutreffen denken kann.

Schon bei den Gypspseudomorphosen von Göſsling war das Aeuſsere von einer etwas härteren Haut eingefaſst, die aus kleinen Dolomitkrystallen besteht; hart an diese schlieſsen die Gypsindividuen an und erfüllen den Raum vollständig. Die scharf auskrystallisirten Würfel von 2 bis 3 Linien Seite, wenn auch unregelmäſsig schiefwinklig verdrückt, des Soóvarer *Salzes* wurden während ihrer Auflösung durch eine von innen angesetzte, also *»innere Krystallrinde«* von *Dolomit* im Anfange der Veränderung in ihren Umrissen festgehalten. Als die Salzmasse später verschwand, nahm *Gyps* die Stelle derselben ein und erfüllte das Innere der Würfel. Aber das Merkwürdige dabei ist, daſs der Proceſs der Pseudomorphose nicht ein nach Krystallindividuen abgesonderter für jeden einzelnen Salzkrystall war. Im Gegentheil erfüllt *ein einziges Gypsindividuum*, an der zusammenhängenden vollkommenen Theilbarkeit kenntlich, das Innere von einer groſsen Anzahl, einer ganzen Druse, von verschiedentlich gestellten Würfeln. Auch ist noch zu bemerken, daſs der Gyps von der Dolomitrinde durch einen engen *Zwischenraum* getrennt ist, und selbst eine rauhe, wie durch Auflösung benagte Oberfläche hat.

Mehrere deutlich verschiedene Zustände sind bei diesem Stücke aufeinander gefolgt:

1) Vollkommene Krystallisation des Salzes.

2) Einschluſs in Mergel, wahrscheinlich in demselben gebildet. Gewiſs war er während der Zeit vorhanden, als

Digitized by Google

ein Strom von *gesättigter* Salzlösung, der also kein Salz weiter aufnehmen konnte, den Absatz von Dolomit, kohlensauren Kalk und kohlensaurer Magnesia vermittelte. Katogener Fortschritt.

3) Anogen gegen die letzte, noch immer katogen gegen die erste Periode, verschwindet das letzte Salz und krystallisirt der wasserhaltige Gyps. Der Strom führt statt kohlensaurer vorwaltend schwefelsaure Salze.

4) Die Salzlösungen sind weniger gesättigt, das Wasser löst den Gyps an der Oberfläche zunächst der Dolomitrinde wieder auf.

Das zweite Stück enthält Krystallrinden von Dolomit bis über einen halben Zoll in jeder Richtung der ursprünglichen Salzwürfel, zusammen in einer drusenartigen Rinde von etwa einem Zoll Dicke; man könnte an eine Gangseite oder an Absatz auf einem ebenen Boden denken. Im Innern liegen kleinere garbenförmige und kuglige Formen nachahmende Gestalten von Gyps zwischen den Würfelzellen, welche durch das Verschwinden der Salzkrystalle entstanden sind.

Auf das Genaueste mit den hier betrachteten Gegenständen verwandt, ist der sogenannte *krystallisirte Sandstein*.

Nicht der von Fontainebleau ist jedoch hier gemeint, denn die spitzen Rhomboëder desselben gehören als wirkliche Krystalle dem Kalkspathe an, der die Sandkörner bei der Krystallisation umschlossen hat, unvermögend sie aus der Stelle zu schieben. Aber der krystallisirte Sandstein von der *Gänsheide bei Stuttgart*, der zuweilen dem vorigen ähnlich geglaubt wurde, ist pseudomorph nach Würfeln von Steinsalz gebildet. Als ich vor mehreren Jahren die Gypspseudomorphosen nach Steinsalz von Göſsling beschrieben hatte, bemerkte mein verehrter Freund Gustav Rose in einer schriftlichen Mittheilung, daſs wohl der Stuttgarter krystallisirte Sandstein ein ähnliches Vorkommen seyn dürfte. Ich hatte keine Stücke davon gesehen, und erst jetzt wieder Veranlassung darnach zu forschen.

Digitized by Google

v. **Alberti** giebt in seinem classischen Werke [1]) folgende Localitäten:

1) Bei Stuttgart, Tübingen und anderen Orten findet sich der bekannte, in geschobenen Würfeln *krystallisirte Sandstein* in dem kieseligen Sandstein der dritten oder oberen Gruppe des Keupers.

2) In dem grobkörnigen Sandstein, der von dem vorigen durch mehr und minder mächtige Mergelschichten getrennt ist, finden sich *Sandsteinkrystalle* am Grieswäldchen bei Löwenstein.

3) Sogenannter *krystallisirter Sandstein* findet sich zwischen dem bunten Sandstein und Muschelkalk am Rothbach unterhalb Eiks (Commernscher Bleiberg), in mit Würfeln bedeckten Sandsteinplatten (Rheinpreuſsen).

Glocker giebt an: Zu dem pseudomorphischen Quarz gehört der sogenannte krystallisirte Sandstein von Fontainebleau und Stuttgart.

Gustav Leonhard hat für Kalkspath den Artikel: Stuttgart, auf der sogenannten Gänsheide, Rhomboëder oder Würfel (nach Steinsalz) gleichmäſsig mit sehr feinkörnigem Quarzsand übermengt, in Keupersandstein.

Letzteres ist die Beschreibung der Fontainebleauer Varietäten, denn die Sandsteine von der Gänsheide enthalten gar keinen Kalkspath.

Blum hat diese Pseudomorphose nicht.

Aus dem oberen quarzigen Keupersandsteine der Gänsheide bei Stuttgart besitzt das K. K. Montanistische Museum Stücke aus einer Sendung des Hrn. Bergraths **Heil**, welche durch Hrn. Gubernialrath **Russegger's** Vermittlung mit dessen Sammlungen vereinigt wurden. Sie zeigen auf einer etwas wellenförmigen unregelmäſsig gebogenen, aber verhältniſsmäſsig glatten, nämlich auf einer bloſs rauhen, Oberfläche zahlreiche Würfelsegmente in mancherlei Lagen. Ein Exemplar aus dem K. K. Hof-Mineralienkabinette zeigt an einem mehr als halbzölligen Würfel deutlich

1) Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers. Stuttgart und Tübingen 1834. S. 147 und 188.

die für das Salz so charakteristischen treppenförmigen Flächenvertiefungen.

Der Vorgang bei der Bildung dieses krystallisirten Sandsteins dürfte etwa folgender gewesen seyn. Ohne Zweifel sind die Flächen, auf denen diese Würfel vorkommen, die unteren Flächen der Sandsteinlagen, die über Mergel angetroffen worden sind. Auf der Oberfläche eines Schlammsediments, das von dem Meere zurückgelassen worden war, krystallisirte nach dem Abdampfen des salzigen Wassers das Steinsalz in Würfeln aus demselben heraus, indem es auch gegen unten zu gegen die weiche schlammige Unterlage die Ebenheit seiner Flächen und Schärfe der Kanten behauptete, wie man es nicht anders bei einem leicht zu diesem Zwecke anzustellenden Versuche findet. Die Würfel waren also an ihrem unteren Theile von trocknendem Schlamm umgeben. Eine neue trübe Fluth überdeckte nun die Ablagerung, und lieſs die gröbsten, mechanisch mit hergeschwemmten Theile als eine Sandschicht darauf liegen. Der obere Theil der Salzwürfel wurde vielleicht dabei schon mit aufgelöst, der untere Theil aber, der nicht so schnell mit aufgelöst werden konnte, wurde nun durch den Absatz fest eingeschlossen. Bei der späterhin noch fortdauernden Auflösung muſste also der noch nicht festgewordene Sand sich nach und nach in die Räume hineinsetzen, so wie das Salz Theilchen für Theilchen aufgelöst und hinweggeführt wurde, ohne daſs die feinen Schlammtheile gewaltthätig aufgetrübt und die Oberfläche zerstört werden konnte.

Dieser Vorgang ist beinahe eine *Abformung*, so wie man sie sich früher häufig als Erklärung von Pseudomorphosen dachte. Die aufmerksame Beobachtung und Untersuchung dieser hat längst ein Resultat gegeben, das ich an einem anderen Orte [1]) anführte: »Die Eindrücke durch ein neugebildetes Mineral ausgefüllt, und dann die Rinde wieder aufgelöst und hinweggeführt, ist wohl noch niemals beobachtet worden.« Auch hier standen die Eindrücke niemals offen, sondern der Sand drang nur nach Maſsgabe der Auflösung des Salzes nach, wenn er auch erst nur eine

1) Handbuch, S. 299.

Digitized by Google

mechanische Abformung bilden konnte, bis er später Consistenz gewann. Doch ist gerade dieses Vorkommen noch einer mechanischen Abformung am nächsten, weil das Salz ein so leicht auflöslicher Körper ist.

Hr. v. Alberti hat leider keine genauen Angaben über die Art des Vorkommens dieser Sandsteine verzeichnet, eben so wenig fand ich anderwärts Nachrichten darüber, auch fehlt noch was immer für eine Erklärung der Erscheinung, daher die gegenwärtige eine Untersuchung des Vorkommens an Ort und Stelle wohl recht wünschenswerth macht.

Der Sandstein, wenn auch fest, erscheint dabei unzweifelhaft als sedimentäre Bildung, aber später fest zusammengebacken, und zwar durch kieselige Materie, die sich nach und nach an den Sandkörnchen absetzte, denn die anfangs porösen Sandsedimente sind es doch vornehmlich, auf welchen die Bewegung des Wassers geschieht, während die Thon- und Mergelschichten undurchdringliche Wände bilden, und durch diese Wässer wird leicht die erforderliche aufgelöste Kieselerde zugeführt.

Von dem sogenannten *krystallisirten Sandsteine* aus der Umgegend von *Cassel* erhielt das K. K. Montanistische Museum einige Stücke durch Hrn. Dr. Baader, dem sie von Hrn. Dr. Tamnau mitgetheilt worden waren. Die Würfel haben hier nahe dieselbe Gröſse von einer bis zu drei Linien, auch sind einige noch rechtwinklich, andere wie die Göſslinger Gypspseudomorphosen, zwischen zwei Kanten schiefwinklich gedrückt. Viele aber haben vertiefte Flächen, zum Theil treppenförmig. Der Sandstein, welcher sie erfüllt, erschien viel feiner im Korn, als der von Stuttgart, ja der gröſsere Theil der untersuchten Stücke war nicht einmal »krystallisirter Sandstein,« sondern es war »krystallisirter *dichter Kalkstein*« dadurch entstanden, daſs sich über den Salzkrystallen, anstatt des Sandes, Kalkschlamm absetzte, der sodann zu einem beinahe dichten Kalksteine erhärtete, ganz ähnlich so vielen von den sogenannten Wiener oder Karpathen-Sandsteinen, die am Ende bei genauer Betrachtung als grobe hydraulische Kalksteine erkannt werden.

Digitized by Google

Mechanische Pseudomorphosen, wie die hier beschriebenen, unterscheiden sich deutlich von denjenigen, bei welchen die Materie selbst, die den früher von einer andern Species erfüllten Raum einnimmt, sich in dem Fortgang der Gesteinbildung erst neu erzeugte. Doch verdienen sie immerhin die gröſste Aufmerksamkeit. Man könnte die »krystallisirten Sand- und Kalksteine von Stuttgart und Cassel« als Reste einer unorganischen »marinen« Species betrachten, die eben so wie die oben erwähnten leeren Räume nach Salzwürfeln für die Bildung des in Rede stehenden Gebirgsgesteines als ein eben so unbestrittener Beweis für Absatz aus Salzwasser gilt, als ihn nur immer eine ausschlieſslich dem Meere angehörige organische Species zu liefern im Stande ist.

Ich bin erst kürzlich mit Hrn. Geh. Bergrath Nöggerath's Abhandlung »*Ueber irreguläre Steinsalzkrystalle und Pseudomorphosen nach solchen*« [1]) bekannt geworden, in welchen dieser kenntniſsreiche und eifrige Forscher insbesondere die würtemberger sogenannten *krystallisirten Sandsteine* genau so erklärt, wie sie im Vorhergehenden geschildert worden sind.

Ich kann es mir nicht versagen, die darauf bezügliche Stelle hier wörtlich wiederzugeben: »Die Krystalle — sind — ähnlich gebildet wie die bekannten Thierfährten von Hildburghausen und andern Fundorten. Würfel von Steinsalz entstanden zuerst an der Oberfläche des als ein weicher Schlamm abgelagerten Mergels oder Schieferlettens. Die Krystalle bildeten sich, in diese weiche Masse eingreifend, aus. Bei der darauf gefolgten Entstehung der Sandsteinschicht, welche jetzt die pseudomorphischen Krystalle enthält, wurden die noch nicht vollständig erhärteten Krystalle durch die Sandsteinmasse gedrückt, zerquetscht und verschoben, zugleich nach und nach aufgelöst, und während dieses Zustandes, wo der Sandstein noch keine genügende Consistenz hatte, drückte sich die Masse desselben in die leeren Räume, welche die Steinsalzkrystalle in

1) v. Leonhard und Bronn, Neues Jahrbuch, 3. Heft, 1846, S. 307.

der zuunterst liegenden Schicht zurückgelassen hatten.« Sie stimmt in mehreren Beziehungen nahe wörtlich mit der oben gegebenen Erklärung überein, nur daſs ich das Allmälige in dem Fortgange der Bildung, das gleichzeitige Verschwinden der Krystalle und Nachrücken des Sandes, bevor er zu Sandstein zusammengekittet wird, schärfer bezeichnet zu haben glaube. Dieſs ist aber ein höchst wichtiger Punkt, nicht nur in der Geschichte der einzelnen Pseudomorphose, sondern in der Metamorphose der Gebirgsschicht überhaupt.

Nöggerath hat ferner noch eine schätzbare Reihe von Literaturwerken angeführt, die ich nicht verglich, aber hier zur Vervollständigung der Quellen von ihm entlehne. Es sind die Werke von Jordan [1]), Jäger [2]), v. Struve [3]), Freiesleben [4]), Eisenbach [5]), v. Oeynhausen, v. Dechen und v. Laroche [6]), v. Alberti [7]), Plieninger [8]) und Hausmann [9]). Ich glaube nicht nothwendig zu haben sie nach ihren einzelnen Angaben anzuführen, da diese in Bezug auf die Ansicht der Verhältnisse keine von den erwähnten abweichenden Modificationen zeigen.

1) Mineralogische und chemische Beobachtungen u. Erfahrungen. Göttingen 1800. S. 143.

2) Denkschriften der vaterländischen Gesellschaft der Aerzte und Naturforscher Schwabens, 1. Band, 1805, S. 293.

3) H. v. S. Mineralogische Beiträge, vorzüglich in Hinsicht auf Würtemberg und den Schwarzwald. Gotha 1807.

4) Geognostische Arbeiten, 4. Band, 1815, S. 325.

5) Beschreibung und Geschichte der Stadt und Universität Tübingen, 1822, S. 636.

6) Geognostischer Umriſs der Rheinländer zwischen Basel und Mainz, 2. Theil, 1825, S. 170.

7) Die Gebirge des Königreichs Würtemberg in besonderer Beziehung auf Halurgie, 1826, S. 113.

8) Beschreibung von Stuttgart, hauptsächlich nach seinen naturwissenschaftlichen und medicinischen Verhältnissen, 1834, S 67 und 69.

9) Untersuchungen über die Formen der leblosen Natur, 1, S. 504. Uebersicht der jüngeren Flötzgebilde im Fluſsgebiete der Weser, S. 143.

Digitized by Google

Besonders unter den älteren darf man ja ohnedem keine mit den neueren übereinstimmenden Ansichten zu finden erwarten, die sich selbst erst nach und nach entwickeln.

Die *Pseudomorphose von Aix* in der Provence ist, wie oben, gleichfalls in dieser Abhandlung beschrieben. Die *verdrückten Salzwürfel*, in der Geschichte der Gypspseudomorphosen von Göſsling das erste Stadium, wurden ebenfalls von Nöggerath naturgemäſs beschrieben. Die von ihm erwähnte Rinde, wie »durch eine spätere Nachkrystallisation entstanden«, ist in der ersten Abtheilung der unten aufgezählten Varietäten als Pseudomorphose von Salz nach Salz enthalten.

Faſst man sämmtliche bisher in Verbindung mit dem Steinsalz beobachteten und beschriebenen, den Pseudomorphosen anzureihenden Vorkommen in einem Bilde zusammen, so gewinnt dieſs bereits ein groſses Interesse durch die geologische Wichtigkeit der ursprünglichen Species und das Sonderbare der Erscheinung mehrerer derselben. Man kennt nämlich:

1) Die Pseudomorphose von *Salz* nach Salz. Körnige Massen durch fortgesetzten Druck auf Mergel mit eingewachsenen Salzwürfeln, in den Würfelmassen der letzteren. Aussee. Haidinger. Ueber die Pseudomorphosen u. s. w. Abhandlungen der K. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, Bd. 3, S. 5. Nöggerath.

2) *Polyhalit*. Aussee. Haid., v. Holger's Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften, Bd. 4, Heft 4, S. 226, Blum, Pseudomorphosen, S. 223.

3) *Gyps*. Göſsling an der Ips, Oesterreich. Haid., v. Holger's Zeitschrift, S. 225. Aix in der Provence, Frankreich; im K. K. Hof-Mineralienkabinet. (Siehe oben) Nöggerath.

4) *Dolomit*. Rinde, innen Gyps. Soóvar. Von Hrn. v. Pittoni mitgetheilt.

5) *Anhydrit*. Hall, Tyrol. Haid., v. Holger's Zeitschrift, S. 225. Hallein, Salzburg, im K. K. Montanistischen Museum.

Digitized by Google

6) *Leere Räume*, während der Veränderung erfüllt von Wasser. Syrakus, Salina und viele andere Orte in Neu-York N. A. Eaton. Hehlen, Hannover. Hausmann. Aussee in Salzthon, im K. K. Montanistischen Museo. Montmartre bei Paris. Desmarest Sohn und Constant Prevost, *Journal des mines*, *Vol. XXV*, *p.* 227. Pirano in Istrien, ausgekleidet mit Anhydrit.

7) *Sandstein.* Gänsheide bei Stuttgart, Tübingen, Löwenstein u. s. w. v. Alberti, S. 147. Rothbach bei Commern. v. Alberti, S. 186. Am Oetscher in Oesterreich, nach Partsch, im K. K. Hof-Mineralienkabinet. Nöggerath.

8) *Kalkstein*, dicht. Die Varietäten von Cassel.

Blum hat in seinen trefflichen »Pseudomorphosen des Mineralreichs« nur die unter 2, 3 und 4 angeführten verzeichnet. Bei den andern ist das Ansehen so ungewöhnlich, daſs man sich nur nach und nach entschlieſsen konnte, sie auch für analoge Bildungen zu erklären.

Eine andere Art daselbst erwähnter Pseudomorphosen [1]), nach v. Leonhard's Angabe, *Steinsalz* nach *Bitterspath* giebt es nicht. Das sind eben die in und mit dem Mergel *schief gedrückten Salzwürfel*, deren unter andern das K. K. Montanistische Museum von mehreren unserer Alpen-Salzvorkommen besitzt.

Es verdient bemerkt zu werden, daſs sich die Fundorte der Pseudomorphosen und Eindrücke, die nach Salz gebildet sind, und von demselben herrühren, bereits von der Onondaga Salzgruppe der oberen silurischen Schichten Nordamerikas, durch den unteren Muschelkalk von Norddeutschland, durch die Salzgebilde unserer Alpen und den oberen Keuper Würtembergs bis in die unteren Absätze der miozenen Pariser Gypsschichten fortziehen. Nach den Mustern der letzteren dürfte es nicht schwierig seyn sie auch künstlich hervorzubringen. Wichtiger wäre es, wenn man ähnlich geformte Räume in Schichten anträfe, die älter sind als die bisher bekannten Steinsalzvorkommen, oder in sol-

1) S. 221.

Digitized by Google

chen, welche man ihrer krystallinischen Beschaffenheit wegen zu den metamorphischen zu zählen gewohnt ist.

VII. *Der Aspasiolith als Pseudomorphose nach Cordierit, nebst Bemerkungen über Metamorphismus; von W. Haidinger.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Abhandl. der Freunde der Naturwissenschaften in Wien.)

Vor einiger Zeit hatte ich eine Anzahl von den in den mineralogischen Handbüchern als eigenthümliche Species angeführten Körpern als Pseudomorphosen dem *Cordierit* angereiht [1]) den *Fahlunit*, den *Praseolith*, den *Esmarkit*, den *Gigantolith*, den *Bonsdorffit*, den *Chlorophyllit*, den *Weiſsit* und den *Pinit*. Vielleicht möchte auch der *Oosit* dahin gehören. Mehrere Mineralogen hatten bereits früher bei einigen derselben auf die Thatsache der Pseudomorphie hingewiesen, wie Dana, Tamnau; auch erscheint sie bei einigen Varietäten in den verschiedenen Handstükken so unzweifelhaft, daſs man füglich diejenigen nicht ausschlieſsen kann, bei welchen das Ansehen mehr versteckt ist, und die daher, obwohl lange bekannt, keine Veranlassung gaben ihre Eigenthümlichkeit in Frage zu stellen.

Die Analysen von so verschiedenen Fundorten der Mineralien selbst wurden zu den verschiedensten Zeiten der Entwicklung der Analysirkunst von den verschiedensten Autoren vollendet. Auſserhalb des Zusammenhanges konnten sie also sich nicht immer genau nach ihrem wahren Werthe vergleichen lassen, und gerade diejenigen Analysen fehlten, von welchen man durch den Augenschein beweisen konnte, daſs sie an dem weichen umgebenden Theile und dem härteren unzweifelhaft innerhalb einer einzigen Kry-

1) Abhandlungen der K. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, Bd. 4. Poggendorff's Annal. 1845. Bd. 67, S. 441.

stallform enthaltenen Kern angestellt worden waren. Daher fehlt auch dort die Nachweisung über den Vorgang bei der Pseudomorphose, auſser in sofern angedeutet wurde, daſs *Wasser* zum Theil mit neu zugeführten *alkalischen* Bestandtheilen aufgenommen wurde.

Hr. Prof. Scheerer in Christiania hat nun [1]) an den Cordieriten von Krageröe in Norwegen solche vergleichende Untersuchungen angestellt. Die in einem Gemenge von Quarz, Feldspath, Glimmer und zuweilen Titaneisen eingewachsenen Krystalle haben oft einen deutlichen Kern von Cordierit, sind aber äuſserlich, der Oberfläche zunächst, von grünlicher Farbe und serpentinartiger Beschaffenheit. Scheerer nannte diese Rinde *Aspasiolith*, obwohl er auch die Ansicht, sie als umgewandelte Cordieritkrystalle zu betrachten, als sehr nahe liegend anführt.

Die vergleichenden Analysen gaben:

	Cordierit.	Aspasiolith.
Kieselerde	50,44	50,40
Thonerde	32,95	32,38
Talkerde	12,76	8,01
Kalkerde	1,12	Spur
Eisenoxydul	0,96	2,34
Manganoxydul	Spur	Spur
Wasser	1,02	6,73
	99,25	99,86.

Daraus folgert Scheerer für den Cordierit die Formel $\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{R} \dddot{Si}$, dieselbe, welche Berzelius für den sogenannten harten Fahlunit gegeben hat.

Die Formel für den Aspasiolith besteht aus denselben Gliedern, nämlich $(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{R} \dddot{Si}$. Nur bedeutet in der letzteren Formel der Ausdruck $\dot{R}$, daſs, anstatt eines Antheils von Talkerde, Wasser in der Mischung enthalten sey.

Das jedesmal stattfindende Verhältniſs in der Substitution ist, daſs stets

Ein Atom Talkerde durch drei Atome Wasser ersetzt wird.

1) Poggendorff's Annalen. 1846. Bd. 68, S. 319.

Digitized by Google

Da die zwei verschiedenen Resultate innerhalb einer einzigen Krystallform gefunden wurden, so betrachtet Scheerer das Ganze als eine eigenthümliche Art der *Isomorphie*, und nennt sie die *polymere*.

Dabei wurde vorausgesetzt, daſs keine *pseudomorphe* Bildung stattgefunden habe. Selbst in dem vorausgesetzten Falle würde die aufgefundene Gleichgeltung von $3\dot{H}$ und $\dot{M}g$, so wie die daran angereihte mit eben solchen Atomen von Eisen und Manganoxydul, $\dot{F}e$, $\dot{M}n$, vielleicht von den ähnlichen Oxyden von Kobalt, Nickel und Zink ($\dot{C}o$, $\dot{N}i$, $\dot{Z}$) Wichtigkeit haben.

Aber dann müſsten doch die den Cordieritkern umgebenden Massen wenigstens krystallinische Structur besitzen. Diese haben sie nach allen krystallographischen und optischen Forschungen nicht, sie sind schlechthin *amorph*, oder es entwickeln sich wohl gar aus ihnen in andern abweichenden Krystallrichtungen liegende Glimmerindividuen.

Allein das von Scheerer erhaltene Resultat der Ersetzung von einem Atom Talkerde durch drei Atome Wasser *gewinnt* auch *an Wichtigkeit*, wenn es von der Seite des pseudomorphen Zustandes betrachtet wird, wenn man es in der allgemeinen *Geschichte der Metamorphose der Erd- und Gesteinschichten* als einen der festen Punkte gelten läſst, die man als gewonnen betrachten darf.

Der Geognost darf nach Scheerer's Gesetz in dem Aspasiolith als pseudomorph nach dem Cordierit von Krageröe gebildet annehmen, daſs 6,73 Proc. Wasser an die Stelle von 5,15 Proc. Talkerde getreten sey. Allerdings findet sich noch ein zweiter quantitativer Unterschied in den beiden eben erwähnten Analysen. Es sind nämlich in dem Aspasiolith 1,38 Procent Eisenoxydul mehr als im Cordierit, dagegen ist der 1,12 Procent betragende Kalkgehalt des letzteren im Aspasiolith gänzlich verschwunden. Scheerer hat diesen Unterschied nicht einer eigenen Betrachtung unterzogen, so wie auch die in dem ursprünglichen Cordierit enthaltenen 1,02 Proc. Wasser weder be-

Digitized by Google

sonders erwähnt, noch auch in der Formel ausgedrückt sind; das letztere wohl darum nicht, weil Alles darauf hindeutet, daſs man es im Cordierit wirklich mit einer gänzlich wasserlosen Species zu thun habe, analog den unter gleichen Verhältnissen gebildeten andern Gemengtheilen desselben Granits, dem Quarz und Feldspath, Glimmer und Titaneisen, denn auch im Glimmer wird der zuweilen vorkommende Wassergehalt nicht für wesentlich gehalten.

Bei der Frage des Isomorphismus lassen sich allerdings Bestandtheile, wie oben die Kalkerde und das Eisenoxydul, übersehen, wenn nur über das Wichtigste Rechenschaft gegeben ist. Der Gesichtspunkt ist hier ein rein *theoretisch-chemischer*. Anders ist es, wenn der *Geognost* die Resultate der chemischen Analyse als Daten erhält, um Schlüsse zur Erklärung der Naturerscheinungen daran zu knüpfen. Da ist wohl kein Bestandtheil geringfügig, am wenigsten aber sind es diejenigen, welche in zwei auf einander folgenden Zuständen als verdrängte und neu hinzugetretene erscheinen.

Die *Anwendung* der chemischen Kenntnisse soll hier zur *Erweiterung* der geognostischen benutzt werden.

Nehmen wir dazu die zwei oben angeführten Analysen des Cordierits und des Aspasioliths von Krageröe, und bringen sie von den relativen Daten auf absolutes Gewicht, denn der Geognost hat es mit groſsen schweren Gebirgen und anderen Massen zu thun. Ein Wiener Kubikfuſs Wasser wiegt 56,4 Wiener Pfund, ein Kubikfuſs Quarz von 2,65 spec. Gewicht also 149,46 Pfund. Eine Kubikklafter, das ist ein Würfel von 6 Fuſs Länge, Breite und Höhe, also in geognostischer Beziehung noch ein ganz mäſsig groſser Körper, vielfach übertroffen, z. B. von manchen erratischen Blöcken, wiegt schon: Wasser 121 Centner 82 Pfund, Quarz 322 Centner 83 Pfund. Ein Würfel von 100 Klaftern Länge, Breite und Höhe enthält aber eine Million einzelner Kubikklaftern, und wiegt daher über 300 Millionen Centner. Daſs man bei solchen Gewichtsmassen auch die in der Analyse nur in wenigen Procenten gelie-

Digitized by Google

ferten Bestandtheile nicht vernachlässigen dürfe, ist wohl augenscheinlich.

Nehmen wir, mehrerer Uebersichtlichkeit wegen, ein Parallelepipedum von einer Quadratklafter Basis und zwei Fuſs Höhe, so ist das Gewicht noch immer über 100 Centner, die als Vergleichung mit den bei der Analyse in 100 Theilen gefundenen Zahlen dienen können, wobei man den kleinen absoluten Unterschied gering achten kann. Ein solches Parallelepipedum von Krageröe Cordierit verliert bei seiner Veränderung zu Aspasiolith 5 Centner 15 Pfund Talkerde, und nimmt dagegen 6 Centner 73 Pfund Wasser auf; dabei ist freilich ein Centn. Wasser nicht gerechnet, den die Analyse schon im Cordierit nachwies. Aber es ist auſserdem noch 1 Centner und 12 Pfund Kalkerde verschwunden, dagegen ein Centner und 83 Pfund Eisenoxydul hinzugekommen. Je gröſser die Massen sind, um so weniger darf man solche Ergebnisse der gewonnenen schätzbaren Resultate chemischer Kunst auſser Augen lassen. Allerdings wurde angenommen, die ursprüngliche Species und die Pseudomorphose seyen allein in jenem Parallelepipedo enthalten, während sie doch im Gemenge mit Quarz und Feldspath vorkommen. Gegen eine solche Betrachtung der einzelnen Gemengtheile dürfte sich wohl nichts erinnern lassen, da man, um auf das ganze Gestein zu schlieſsen, nur nöthig hat die approximativen Mengungsverhältnisse gleichfalls einer eigenen Betrachtung zu unterziehen. Unter den Gemengtheilen ist nur der Quarz ganz unveränderlich in seiner Mischung. Der Feldspath ist ebenfalls mancherlei Veränderungen unterworfen, und daher dürfte es wohl wichtig seyn, die mit dem Cordierit vorkommende Varietät genau mit derjenigen in chemischer Beziehung zu vergleichen, welche den Aspasiolith begleitet, da wo diese nicht etwa an einem und demselben Stücke vorkommen.

Aus dem frischen Ansehen des Letzteren in dem gleichförmigen Gemenge mit den anderen Mineralspecies hat Scheerer geschlossen, daſs er ursprünglich gebildet sey. Der einfachste Schluſs, zu dem man gewiſs ohne zu gewagte

Digitized by Google

Hypothese gelangt, ist der, daſs von den hier im Gemenge vorkommenden Species gerade der Cordierit es war, den die verändernden wirksamen Stoffe zuerst anzugreifen vermochten. Daſs aber das Ansehen der Pseudomorphose so durchaus gleichförmig, dicht und wie ursprünglich gebildet erscheint, beweist nur, daſs der Vorgang mit groſser Langsamkeit vor sich ging, und daſs dabei ein jedes veränderte Theilchen ruhig an der Stelle liegen blieb, wo es als Product der Veränderung gebildet wurde. Aus dem Vorrathe der bekannten Pseudomorphosen können wir viele ähnliche Beispiele erwähnen, die Haytorite, welche eine so vollkommene Oberfläche zeigen, daſs sie noch jetzt von einigen Mineralogen als ursprünglich gebildete Krystalle angesehen werden; ähnliche Hornsteinpseudomorphosen nach Kalkspath, von Baumgarten in Schlesien im K. K. Hof-Mineraliencabinet in Wien, die Steatite von Göpfersgrün nach Quarz, nach Dolomit und anderen Mineralspecies, die Serpentine, Steinmarke u. s. w., überhaupt diejenigen, bei welchen nicht krystallinische Species gebildet wurden, bei welchen also keine Individuen durch moleculare Anziehung neuerdings Mittelpunkte der Bewegung hervorbringen konnten.

Gleiche Form, oder vielmehr Einheit des Krystallumschlusses, und verschiedene Zusammensetzung im Kern und zunächst der Oberfläche, wie sie Scheerer an dem Cordierit und Aspasiolith von Krageröe beschrieben, und wie sie am Fahlunit von Fahlun, am Praseolith von Bräkke, vorzüglich am Chlorophyllit von Nordamerika so häufig vorkommt, deutet stets auf *zwei nach einander* stattgehabte Bildungszustände. Die von Scheerer gegebene Construction der Bildung giebt etwas durchaus Unbegreifliches. Sie verlangt *zuerst* den Kern von Cordierit mit aller vorhandenen, oder vielmehr disponibeln Talkerde, denn es finden sich doch in dem Gemenge noch andere talkerdehaltige Mineralien, wie Glimmer, und sodann um den Krystall zu ergänzen, noch Wasser anstatt der bis auf das Letzte verbrauchten Talkerde. Nun sind aber bei allen

Digitized by Google

Krystallen die den gut ausgeformten Ecken und Kanten zunächst liegenden Theilchen, die am vollständigsten krystallisirten, die durchsichtigsten, härtesten, während das Innere oft bei weitem nicht so rein erscheint. Hier aber zeigen gerade diese Theile keine Spur von Krystallisation. Sie sind nicht krystallisirt, und daher auch nicht in einer mit dem Kern gleichartigen Bildungsperiode, als höchster, als Vollendungspunkt des Krystalls zu betrachten. Dieſs ist es, was allen unseren gegenwärtigen Kenntnissen von Krystallbildung widerstreitet. Uebrigens werden bereits zwei Perioden angenommen, die der Magnesia und die des Wassers, dann führt uns aber nur ein einziger Schritt weiter schon in das Reich der Metamorphose, welche zwei auf einander folgende entgegengesetzte Bildungszustände fordert. Wir haben *zuerst* die ursprüngliche Bildung des Krystalls, und seine Vollendung am vollkommensten gegen seine Oberfläche zu, da wo sich seine kleinsten Theile in dem ausgesprochensten Gegensatze molecularer Anziehung gegen die verschiedenartige Umgebung finden, welche eben durch die fortdauernde Aeuſserung der Krystallisationskraft ausgeschieden werden, und sich selbst gegenseitig wieder zur Bildung anderer Mineralspecies, Quarz, Feldspath u. s. w., anziehen. *Nach* dieser Vollendung des Krystalls in der *Cordierit-Periode* tritt eine neue geognostische Stellung ein. Gerade von der Oberfläche der Krystalle nieder, wo also der ausgesprochenste Gegensatz von Krystall und Grundmasse ist, aber nun mit entgegengesetzter Intensität, beginnt eine neue Anordnung der Theilchen. Die früher activen Krystalle nehmen nun eine passive Rolle an. Sie verlieren einen Theil ihrer Magnesia, und Wasser tritt an deren Stelle.

Daubrée beobachtete »*Fahlunit*krystalle, von einer Bleiglanzrinde umgeben; ferner Krystalle der nämlichen Substanz, die einen Kern von Eisenkies oder Bleiglanz enthielten.« Er schloſs daraus, »daſs die Krystallisation des Fahlunits und wahrscheinlich auch der übrigen Substanzen,

zen, welche ihn begleiten, durchaus gleichzeitig mit dem Festwerden der Erzmasse ist.« [1])

Die Bildung der *Krystalle* ist es auch wirklich, aber nicht die der Fahlunitkrystalle, sondern die der *Cordierit*krystalle, aus welchen sie durch Pseudomorphose entstanden sind. Man muſs zwei Perioden unterscheiden, die der Bildung und die der Zerstörung der Krystalle. Auch in Orrijärfwi, in Bodenmais kommt der unverwitterte Cordierit mit Schwefelmetallen vor, und beweist dadurch die gleiche Phase der Entstehung. In einer früheren Mittheilung über den Cordierit [2]) habe ich mehrere Varietäten erwähnt, die mit Daubrée's Beobachtung übereinstimmen.

Ohne Zweifel war während der Cordierit-Periode die Stellung des Gesteines hinlänglich tief oder central, um nach und nach im Verlaufe der allmäligen Krystallisation der dasselbe bildenden Gemengtheile alles Wasser auszuscheiden. Bei der nachfolgenden Veränderung wurde in einer höheren Lage wieder *Wasser* in das Gestein *hineingepreſst* und vorzugsweise von dem Cordierit aufgenommen, der dadurch seine Selbstständigkeit verlor.

Man hat kein absolutes Maaſs für die Tiefen, bei welchen Veränderungen dieser Art stattfinden. Der Cordierit ist aber, nach Allem was bis jetzt von ihm bekannt geworden ist, in gewissen krystallinischen Gesteinen so weit verbreitet, und scheint zugleich so empfindlich gegen die wechselnden Zustände gewesen zu seyn, wie dieſs die vielen im Eingange erwähnten Pseudomorphosen beweisen, daſs man von ihm eine relative Maaſsbezeichnung hernehmen kann. Die *Cordierit-Periode* wird stets einen lehrreichen Vergleichungspunkt in der Geschichte der Granite und mancher anderer krystallinischer Gesteine bilden, während die der vollendeten Bildung des *Pinits* am weitesten davon entfernt ist. Als der Cordierit sich in Krystallen ausgeschie-

1) Scandinaviens Erzlagerstätten, bearbeitet von Gustav Leonhard, S. 31.

2) Abhandlungen der K. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, 4. Bd. (Ann. Bd. 67, S. 441.)

den hat, war wohl die Grundmasse häufig noch kein Granit, wenigstens nicht von der Beschaffenheit, in welcher er sich jetzt befindet, wo aus dem Cordierit Pinit geworden ist. Schwerlich würde sonst die Krystallgestalt so vollkommen ausgebildet zu erkennen seyn.

Daſs man aber die *Bildung der Pseudomorphosen überhaupt* auf Veränderungen in der geognostischen Stellung beziehen muſs, in welcher die Gesteine sich befinden, welche sie umschlieſsen, ist wohl die einzig richtige und fruchtbringende Ansicht derselben. An einem andern Orte [1]) bezog ich im Allgemeinen den Vorgang dabei auf einen leicht mit einer solchen Veränderung in Zusammenhang zu bringenden Strom von eigenthümlicher Beschaffenheit, der gerade die nothwendigen Bestandtheile enthält, und dem andere mangeln, um eine gegebene Species aufzulösen, und eine andere an deren Stelle und in ihrer Gestalt zurückzulassen. Der Rückstand bleibt wie ein Niederschlag auf einem Filtro übrig. Hr. Prof. Scheerer hat eine ganz ähnliche Ansicht, S. 372, aus der genauen Kenntniſs der Verhältnisse in dem Falle einer Auflösung von kohlensaurer Talkerde in kohlensäurehaltigem Wasser gebildet. Eine solche Auflösung reagirt alkalisch, sie kann eine bedeutend kräftige Wirkung auf Silicatgesteine haben, und manche Basen durch Talkerde und Wasser ersetzen.

Ohne Zweifel wird die von Scheerer erwähnte und von ihm beabsichtigte Auseinandersetzung dahin gehöriger Fälle aus der Umgebung von Arendal einen wichtigen Beitrag in der Erklärung der Pseudomorphosen überhaupt liefern, und es wird sich dabei mehrfach Gelegenheit finden, die Verhältnisse der einander ersetzenden Stoffe, insbesondere der Talkerde und des Wassers, zu prüfen.

So wie die Bildung der Pseudomorphosen beruht ja aber auch die *Veränderung der Gesteine* selbst auf immerwährendem Kreislauf der Materie. Wir können unbedingt

1) Ueber die Pseudomorphosen u. s. w. Abhandlungen der K. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, Bd. 3. Poggendorff 1845. (Ann. Bd 62, S. 161 und 306.)

Digitized by Google

behaupten, daſs jedes Handstück, das wir in unsere Sammlungen bringen, eine lange Geschichte der Bildung beurkundet. Sind ja doch die nachweisbar ursprünglichen Anfänge, geschmolzen und erkaltet, oder aus Wasser abgesetzt, oder ursprünglich den organischen Reichen angehörig, ungemessene Zeiträume hindurch frei der Einwirkung chemischer und mechanischer Kräfte preisgegeben, der gegenseitigen Ausgleichung der durch Zufall zunächst an einander gebrachten Stoffe, und den Strömen, welche veränderte Lagen in Temperatur und Druck bedingen.

Unbezweifelt sind z. B. die blasigen basaltartigen Gesteine Resultate eines musigen Flusses. Sie sind *ursprünglich* durch vulkanische Thätigkeit *geschmolzen.* Die in der Grundmasse eingeschlossenen um und um ausgebildeten Augitkrystalle, eben so wie die Leucite heutiger blasiger Laven, waren ohne Zweifel eingewachsen gebildet, aber in einem Gesteine, das wir nicht kennen, das durch die Hinwegnahme des Druckes blasig geworden ist, ganz so wie in Flaschen eingepreſste stark kohlensäurehaltige Flüssigkeiten beim Hinwegnehmen des Stöpsels sich plötzlich in Schaum verwandeln. Leucitkrystalle werden nach den neuesten Nachrichten oft ganz lose vom Vesuv ausgeworfen. Die basaltische Hornblende von Czernussin und anderen Orten im blasigen Basalt ist an der Oberfläche durch Schmelzung gerundet. Aber die Basalttufflager enthalten Bruchstücke und Geschiebe blasiger Massen voll Krystallen von Phillipsit und Kalkspath. Diese Krystalle waren noch nicht gebildet, als sich die geschmolzenen Massen aufblähten, auch nicht da, als sie bei dem Ausbruche unter Wasser zu Conglomeraten sich abrieben, und nahe an der Eruptionsstelle sich in Schichten absetzten, die groſsen Fragmente mit kleinen, alles von dem feinsten Schutt ausgeglichen. Nun erst beginnt die Ruhe, nun die Krystallisation. Geschmolzenes ist *aufgeschlossen,* die Kieselerde mit den Alkalien, so wie man künstlich die Vorbereitungen zu Analysen macht. Wasser durchdringt alles, aber in vollkommen ruhigem Zustande. Jeder Blasenraum ist von vollkommen klarem Was-

Digitized by Google

ser erfüllt. Frei bewegt sich das Auflösliche bis zu dem nächsten nur von Wasser erfüllten Raume, wo es, der Krystallisationskraft gehorchend, individuelle Form gewinnt. Nur das Gesteingerüste, um es so auszudrücken, ist indifferent oder nahe unbeweglich, das Wasser selbst ist durch den Druck gespannt, bewegt sich vielleicht in *einer* Richtung durch das Gestein langsam hindurch; aber in dem Wasser beweglich sind die fremdartigen auflöslichen Theile. Es kann kein schöneres Bild der dadurch hervorgebrachten Erscheinungen geben als die Isländischen Chalcedone und Opale, theils in senkrechten, tropfsteinartigen Gestalten, theils in horizontalen sedimentären Schichten das Innere der Blasenräume füllend. Der Chalcedon ist keine vulkanische Species, so wenig als die mannigfaltigen Zeolithe, wohl aber ist das Gestein, innerhalb dessen sie gebildet wurden, unmittelbar durch Schmelzung hervorgegangen. Bei diesen Chalcedonen und Zeolithen ist die Substanz offenbar nicht aus der Ferne hergeholt. Die Kieselerde war in einem durch Schmelzung aufgeschlossenen Zustande in dem blasigen Gesteine enthalten.

Was soll aber aus einer Schmelzmasse werden, die theilweise aus in Säuren unlöslichen Magnesia-, Kalkerde- und Eisenoxydul-, oder alkalischen Silicaten, theils aus einer durch Alkalien aufgeschlossenen Masse derselben besteht, beide mehr oder weniger thonerdehaltig und zähe im Flusse, wenn sie unter Wasser sich selbst überlassen bleiben, ohne daſs die auflöslichen Theile in Blasenräumen oder Klüften abgeführt und einzeln für sich ausgeschieden werden? Offenbar müssen sie möglichst den allgemein gültigen Gesetzen krystallinischer Anziehung folgen. Der Feldspath, Augit, der Magnesit, der Olivin bleiben unverändert, alles Uebrige schlieſst mit einem Antheil Wasser zusammen und bildet zeolithartige Körper, wie uns dieſs zuerst Christian Gmelin beim Phonolith und Basalt lehrte [1]). Nach Kennedy und Girard bildet der Wassergehalt den Hauptunterschied

1) v. Leonhard's Basaltgebilde, Bd. 1, S. 266. — Rammelsberg, S. 76.

zwischen Basalt und Lava. Löwe fand, daſs auch die Lava zum Theil durch die Schmelzung in aufgeschlossenem, durch Säuren zerlegbarem Zustande sich befindet. Den zeolithartigen Bestandtheil fand Löwe nach der chemischen Formel bei dem Basalt von Wickerstein bei Querbach in Schlesien dem Thomsonit nahe. Girard betrachtet sie als Gemenge von Mesotyp und Nephelin [1]), nach C. Gmelin ist der Phonolith mehrerer Berge aus Feldspath und einer mesotypähnlichen Species gebildet. Es mag nicht immer nur eine Species seyn, die in dem Gemenge enthalten ist.

Basalt und *Phonolith* stehen den Producten unmittelbarer Schmelzung noch am nächsten. Aber sie sind nicht der Einwirkung der Kräfte entzogen. Kommen sie in Verhältnisse, welche die Aufnahme von Wasser erleichtern, während einige ihrer Bestandtheile hinweggeführt werden, so bleiben als Rest *Eisenthon*, *Bol*, *Wacke* und andere dergleichen Körper übrig, wie dieſs wohl einem Jeden bekannt ist, der auch nur einmal mit Aufmerksamkeit die Basalttuf-Ablagerungen untersucht hat.

Weniger leicht erscheinen die Veränderungen in *entgegengesetzter* Richtung, wo nämlich auch der Wassergehalt, den sie schon besitzen, wieder verschwinden kann, und zugleich noch andere Verwandtschaften der einzelnen Bestandtheile rege werden, wie wir sie bei dem gewöhnlichen Druck unserer Atmosphäre in den Laboratorien nicht kennen. Phonolith von Hauenstein in Böhmen, im Feuer eines Porcellanofens geschmolzen, giebt ein gut geflossenes schwarzes Glas, einen wahren Obsidian, schwach geglüht, zeigt er, ohne die Form zu verlieren, auf die überraschendste Weise das Ansehen eines Trachytes. Die kleinen Krystalle von glasigem Feldspath, von Amphibol bleiben bei der geringen Glühhitze unverändert. Die Aehnlichkeit beider in geologischer Hinsicht hat Cotta sehr treffend durch die Bemerkung bezeichnet: »Der Phonolith ist in der That vielleicht nur eine Modification, ein veränderter Zustand des Trachytes.« Bekanntlich sind die Bestandtheile dieser drei Körper in den sehr abweichenden

1) Rammelsberg, S. 81.

Digitized by Google

Varietäten, in welchen sie gefunden werden, sämmtlich den Mischungsverhältnissen des Feldspaths, vorzüglich dem Kali- und Natronfeldspath, oder Gemengen aus beiden nahe. Der gröſsere Kalkgehalt nähert einige Obsidiane und die Perlsteine den Mischungsverhältnissen der Oligoklase, Labradore und anderer Feldspatharten. Ist der Schluſs zu gewagt, wenn man annimmt, daſs gewisse Trachyte in ihrer mineralogischen Beschaffenheit einst Phonolithe waren?

Bimsstein, nach Ehrenberg Kieselpanzer von Infusorien enthaltend, ist durch unmittelbare Einwirkung des Feuers gefrittet, zum Theil lagenweise zu *Obsidian* geschmolzen. *Perlstein* besteht aus Obsidiankörnern, den schnell gekühlten Glastropfen analog, von Glashäutchen concentrisch umwickelt. Aber in den Massen beginnt die Bildung von Ryakolith, Feldspath, Albit, oder von Individuen, die nach Abich die alkalischen Basen dieser Species in mancherlei verschiedenen Verhältnissen vereinigen; von Glimmer in sechsseitigen Tafeln, selbst schon von Augit und Amphibol. Die weniger krystallinische Masse wird entglast. Sphärulit bildet sich erst in traubigen krystalloïdischen Massen, und breitet sich dann durch den ganzen Körper aus, der nun wenig durchscheinend ist, muschligen Bruch besitzt, und *Trachytporphyr* genannt werden muſs. Nichts ist leichter als der Beweis dieses Ueberganges in dem Hliniker Perlsteinberge.

Soll denn aber der *Basalt* allein uns ewig in dieser Richtung unverändert erscheinen? Gustav Rose hat den Amphibol pseudomorph nach eingewachsenen Krystallen des Augits bewiesen. Haben wir nicht im *Uralitporphyr*, so wie im *Melaphyr* selbst einen Fortschritt der Veränderung. Der Uralitporphyr aus Tyrol enthält häufig kohlensauren Kalk, indem er deutlich in Säuren braust. Er enthält auch kleine Parthien von neugebildetem Schwefelkies, und hin und wieder strahlig aus einander laufende Gruppen von Epidotnadeln. v. Leonhard [1]) führt, nach v. Bibra, die Analyse eines Augitporphyrs vom Steigerwald in Franken

1) Lehrbuch der Geognosie und Geologie. 1846. S. 74.

Digitized by Google

an, der mehr als zu einem Drittel seiner Masse aus Kalkerde und Talkerde im kohlensauren Zustande besteht. **Rammelsberg** fand in der pseudomorphen Grünerde nach Augit von Bufaure im Fassathal, also in einem Gesteine das *einst Melaphyr gewesen* ist, 15,24 Proc. kohlensauren Kalk und 8,67 Proc. Alkali und Wasser. Er bemerkt: »Ihr Alkaligehalt läſst sich aus dem, was wir über die Mischung der Augite wissen, nicht erklären« [1]).

Die Gegenwart von kohlensaurem Kalk, in den Pseudomorphosen nach Feldspath von Ilmenau, durch **Crasso** nachgewiesen, gehört zu einer gleichen Klasse von Veränderungen, die den Porphyr so gut betreffen als den Melaphyr.

Man hat kürzlich in Tyrol »krystallisirten Asbest« gefunden. Was ist dieser krystallisirte Asbest? Nichts anderes als in kleinen eingewachsenen Massen der *Rest* von »Uralitkrystallen«, das heiſst von Amphibolpseudomorphosen nach den gewöhnlichen Augitkrystallen, wie die vom Monzon und von anderen Orten im Fassathal. Drei Stücke, ein gewöhnlicher Melaphyr, ein Uralitporphyr und der »krystallisirte Asbest« bilden einen vollständigen unbezweifelbaren Uebergang in der *Zeit* der Bildung. Aber die Asbestparthien liegen in einer *Grundmasse*, die sehr verschieden ist von der schwarzen gleichartig scheinenden der zwei ersten Gesteine. Sie besteht aus einem hellen grünlichgrauen Gemenge von *Asbest* in feinen Nadeln, genau den eingewachsenen krystallähnlichen Parthien gleich, und *Epidot.* Hier sind die Bestandtheile zu erkennbaren krystallinischen Individuen zusammengetreten, und bilden einen nicht zurückzuweisenden *Fortschritt* aus den nahe verschwindend gemengten zu den krystallinischen Gesteinen.

Insbesondere tritt gleichzeitig mit der Bildung von Kalkspath und Schwefelkies die Krystallisation von Epidot hervor. Das Gemenge von Kalkspath, Amphibol und Epidot, vielleicht hier gerade nur zufällig ohne den Schwefelkies der Zwischenstufe, noch genau in den räumlichen Verhältnissen eines wahren Basalts mit eingewachsenen Augitkry-

1) Handwörterbuch, S. 69.

Digitized by Google

stallen, bietet unzweifelhaft einen schönen Beleg zu der Metamorphose der Gebirgsschichten nach ihrer ersten Ablagerung, und zwar in den drei Perioden: 1) der *Basalt*- oder *Augit*-Periode, 2) der *Uralit*-Periode, der beginnenden Entmischung, 3) der *Epidot*-Periode, bei der dieselbe vollendet ist, oder wenigstens eine neue krystallinische Anordnung der Theilchen durchaus stattgefunden hat. Die Species des Amphibols reicht durch die beiden letzteren Perioden hindurch.

Leopold v. Buch, der Führer in der Lehre des Metamorphismus, der den Dolomit zuerst als metamorphisch gebildet erkannte, hat auch hier so manche Beobachtungen mitgetheilt, bei denen ich gerne verweile. In seinem Briefe vom 1. April 1824 [1]) macht er auf das häufige Zusammenvorkommen von Amphibol und Schwefelkies aufmerksam: »feinkörnige, oder gar dem Auge ganz dicht erscheinende Massen — gehören sie der Hornblende — werden von häufigen Eisenkies-Einmengungen nie frei seyn. Ist das Gestein feinkörniger Augit, Anthophyllit oder Hypersthen, so wird Eisenkies nicht leicht erscheinen, und auf keinen Fall so häufig und bestimmt, als in feinkörnigen Hornblende-Gesteinen.« Erst lange darnach haben Rose, Köhler, Regnault und Andere den Antophyllit und Hypersthen von mineralogischer und chemischer Seite genauer kennen gelehrt. Aber L. v. Buch's Bemerkung hat dadurch nur an Schärfe gewonnen.

Gleicherweise deutet er auf die Wichtigkeit des Vorkommens von Epidot in den Mandelsteinen des Augitporphyrs vom Monzon [2]): »Und diese Mandelsteine zeigen jetzt eine Eigenthümlichkeit, welche gar genaue Beachtung verdient, weil sie leicht uns noch einst zu einem Leitfaden durch die Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen dienen kann.« Es erscheinen nämlich dort keine Zeolithe mehr,

1) Ueber geognostische Erscheinungen im Fassathale, in v. Leonhard's Taschenbuch. 1824. S. 345.

2) A. a. O. S. 373.

Digitized by Google

sondern bloſs Epidot mit Kalkspath in den Mandeln. Der Augitporphyr nimmt so »einen andern Charakter an«, und »seine Verwandtschaft mit basaltischen Gesteinen verschwindet immer mehr.«

An einer andern Stelle [1]) bemerkt L. v. Buch, daſs in den Augitporphyren von Ilefeld keine Zeolithe vorkommen, daſs sie also zu der Abtheilung gehören, die er »gern *Epidotporphyre* nennen möchte, weil Epidot in Trümmern, Nieren und Mandeln in ihnen und in allen nahe liegenden Gebirgsarten in groſser Menge erscheint, wenn die Kieselhydrate nicht vorkommen.« Dieſs alles, ungeachtet Epidot aus der Gegend von Ilefeld nicht angeführt werde, und er selbst ihn auch dort nicht gesehen. Der Charakter des Gesteins ist also hier an das Vorkommen des Epidots geknüpft, und mit diesem als gleichgeltend genommen, so wie dieſs oben durch die Annahme einer *Epidot-Periode* in der Metamorphose der basaltischen Gesteine geschehen ist.

Wer sollte bei diesen an kleinen Individuen beobachteten Umänderungen nicht an die andere von Gustav Rose nachgewiesenen Uralitbildung, die an den aufgewachsenen Krystallen von *Arendal*, denken, die ja eben auch häufig von Epidot in Kalkspath begleitet und von dem letzteren eingeschlossen sind? Aber hier ist Alles in einem groſsen Maaſsstabe ausgeführt. Ich besitze ein Stück daher: Eine Druse von Augitkrystallen, einen Viertelzoll groſs, innerhalb groſsen Individuen von Epidot und von schwarzem groſsblättrigen Amphibol. Aber der »Augit« zeigt im Innern die Theilungsblättchen des Amphibols, und ist an den Seiten von den scharfen Prismenkanten des Amphibols überragt, so wie dieſs Rose beschreibt, besonders an den Berührungsstellen mit dem Epidot, der selbst hin und wieder in den Raum der ehemaligen Augitkrystalle hineinreicht. Hat man erst jene Reihe der Tyroler Varietäten gebildet, und trifft nun hier den einen Endpunkt derselben, wenn auch in einem groſsen Maaſsstabe, dann wird es wohl natürlich, rückwärts zu fragen, in welchem Zustande

1) A. a. O. S. 490.

Digitized by Google

wohl die Arendaler Lagerstätte früher gewesen seyn mag, zu der Zeit als der Augit frisch krystallisirte, der zuletzt während der neuen Bildung von Amphibol, Kalkspath und Epidot zu Grunde ging? Die Analogie darf bei einem Schlusse nicht übersehen werden, aber es möge vorerst nur die Andeutung ausgesprochen seyn.

Wenn es nun auch hier in einem einzelnen Falle aufgeschoben bleiben muſs, so scheint es doch bereits an der Zeit zu seyn, an einem anderen Orte die wahrscheinlichen oder möglichen Veränderungen in dem Bestand aller Gesteine unter den verschiedenen Gesichtspunkten bekannter ursprünglicher Bildung, der Reduction und Oxydation in Folge von Druck und Temperatur mit Rücksicht auf den Austausch von Bestandtheilen, welcher durch den feuchten oder durch den durch Hitze erweichten Zustand der Gesteine während ihrer Umbildung vermittelt wird, an der Hand der bereits bekannten Pseudomorphosen für sich zu betrachten. Manche wichtige Zusammenstellung kann nicht fehlen, aber Vieles wird auch dann sich erst als Aufgabe herausstellen, die noch ihre Lösung erwartet.

Die Frage der Bildung von Aspasiolith, von Fahlunit, von Bonsdorffit nach Cordierit, im weiteren Verlauf die Bildung von Pinit oder von zweiaxigem, von *Kali*glimmer, mit einem Wort, die Frage der Bildung des wahren eigentlichen *Granits* reiht sich unmittelbar an Forschungen dieser Art an. Daher schien es mir wünschenswerth, mit den theoretischen Betrachtungen Scheerer's, die selbst auf seinen Untersuchungen des Cordierits von Krageröe und des Aspasioliths beruhen, möglichst bald die Resultate der mineralogischen Untersuchung, welche sich mir darboten, in Zusammenhang zu bringen.

Die Nachweisung dieser Verbindung ist der Hauptzweck der gegenwärtigen Mittheilung gewesen, und die bedeutende Ausdehnung, welche Scheerer seinen Betrachtungen gegeben hat, ist daher auch für den Metamorphismus wichtig. In Bezug auf die Isomorphie dagegen mögen hier noch ein Paar Bemerkungen beigefügt werden, die man nicht unge-

Digitized by Google

gründet finden wird, und die sich auf einzelne Beispiele beziehen.

Hermann's Pyrophyllit und der Pinit aus der Auvergne haben im Wesentlichen dieselbe Formel $3(\dot{R})\dddot{Si} + 2\dddot{R}^{2}\dddot{Si}^{3}$. Aber wer kennt die Form des ersteren, und der letztere ist pseudomorph. Darf man auch die Procentgehalte für

Pyrophyllit		und	Pinit.
Talkerde	4,0	Talkerde und	
Eisenoxydul	1,6	Manganoxydul	3,76
Wasser	5,62	— —	1,41
Kali	—	— —	7,89
Natrum	—	— —	0,39

wofür der Ausdruck $(\dot{R})$ gebraucht wird, wirklich gleich oder gleichbedeutend setzen?

Chlorophyllit und Ottrelith haben die gleiche Formel $(\dot{R})^{2}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$, und angeblich auch »gleiche Krystallform, eine hexagomale Säule.« Aber der erstere ist pseudomorph, der letztere, bisher noch sehr wenig genau beschrieben, die Krystallform insbesondere gänzlich unbekannt.

Fahlunit und Esmarkit haben die Formel $(\dot{R})^{3}\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si}$, welches die Epidotformel ist, die auch der Mejonit besitzt. Die beiden ersteren sind amorph, pseudomorph nach Cordierit gebildet, der Epidot ist augitisch, der Mejonit pyramidal.

Bei den Schlüssen in Bezug auf Isomorphismus sollte man wohl billig vorerst die Form genau kennen, nur dann ist man dieser Schlüsse sicher. Wie schön ist nicht die Reihe der durch $\dot{R}\dddot{R}$ ausgedrückten Verbindungen? Spinell, Automolith, Magneteisenstein, Chromerz, Franklinit, Dysluit, denen sogar im Kobaltkies von Müssen (Linnéit) **Frankenheim** eine Schwefelverbindung $\overset{\prime}{R}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ mit Beifall angereiht hat. Was bleibt aber übrig, wenn man die Form gar nicht kennt? Die schönsten Zusammenstellungen entbehren dann der Begründung. Dasselbe gilt von amorphen

Körpern. Selbst die absolute Uebereinstimmung der Formeln dürfte nicht als Isomorphie zugegeben werden. Aber diese Formeln, wenn sie nicht sehr einfach sind, deuten auch auf Gemenge, und haben daher nahe keinen Werth; in den besten Fällen aber reichen sie lange nicht an die Ueberzeugung und das Interesse hinan, welche die Mischungsformeln vollkommen krystallisirter Individuen und Mineralspecies gewähren.

Zu spät, als dafs ich noch die entwickelten Ansichten in meinem Aufsatze »Ueber Cordierit« benutzen konnte, aber in vieler Beziehung übereinstimmend urtheilt Hausmann über die beiden Körper *Bonsdorffit* und insbesondere *Pinit*, indem er sie dem *Dichroit* in einem Anhange als unreine Formationen beiordnet.

»Shepard hat neuerlich die Meinung geäufsert, welche seit längerer Zeit auch die meinige gewesen, dafs der Pinit zum Dichroit gehöre.« (*Amer. Journ.*, 1841, *Oct.* — *Ann. d. min.*, 4. *S.*, *T. III*, *p.* 787.) Hausmann betrachtet ferner mit Bestimmtheit, genau wie es in meinem früheren Aufsatze nachgewiesen ist, die Krystallform des Pinits übereinstimmend mit der des Cordierits, als in das orthotype System gehörend, mit einem Prisma von nahe 120°. Endlich erwähnt er, dafs, wenn man sie als zusammengehörende Formationen betrachte, die Talkerde des Dichroits im Pinit durch Kali *ersetzt* seyn müsse. »Die übrigen Abweichungen in der Mischung dürften wohl fremdartigen Beimengungen, vielleicht auch zum Theil, namentlich was den Wassergehalt betrifft — einer Umänderung der ursprünglichen chemischen Zusammensetzung zuzuschreiben seyn.« Hier ist also gleichfalls der Gang der Pseudomorphose wenigstens angedeutet, der, glaube ich, der einzig richtige in der Betrachtung dieses Körpers ist. Wenn ich hier am Schlusse gern bei dieser Uebereinstimmung der Ansichten verweile, so geschieht es vorzüglich darum, weil die Frage mir von der allergröfsten, folgereichsten Wichtigkeit in der Theorie der metamorphischen Bildung der Gebirgsgesteine erscheint.

Digitized by Google

VIII. *Ueber den Neolith, ein Mineral jüngster Bildung; von Th. Scheerer in Christiania.*

Die Oryktognosie unserer Zeit hat es sich zu ihrer Hauptaufgabe gemacht, die physischen und chemischen Eigenschaften der Mineralspecies bis in's Detail zu erforschen; sie betrachtet die Mineralien als ein Gegebenes, und umgeht auf diese Weise das Problem ihrer Entstehung. Die Mineral-Genesis ist uns daher gröſstentheils noch eine *terra incognita* geblieben, von der zwar mancherlei fabelhafte Gerüchte, aber nur wenige glaubhafte Nachrichten verlauten. Da die Bildung der einzelnen Mineralspecies auf das Innigste mit der Bildung der Gebirgsarten verknüpft ist, so fragt es sich: soll die Oryktognosie in der gedachten Beziehung Aufschlüsse von der Geognosie, oder die letztere solche von der ersteren erwarten? Gewiſs wird Niemand in diesem wichtigen Punkte der einen dieser Wissenschaften nur die Rolle der fragenden, und der anderen die der antwortenden zuerkennen wollen; eine derartige einseitige Vertheilung wäre hier ganz am unrechten Orte, denn beide Wissenschaften sind eng mit einander verschwistert, jede kann viel von der andern lernen, und keine sollte sich ohne die andere auf's Forschen begeben. Wo letzteres geschah, ist das Verirren selten ausgeblieben.

Die Geschichte der Bildung unserer Erdrinde ist uns in dem Felsenbau in Schriftzügen aufgezeichnet, welche, obschon sie uns bisher zum groſsen Theile unverständlich blieben, es doch hoffentlich nicht immer bleiben werden. Um dahin zu gelangen, die geologischen Processe einer präadamitischen Zeit zu verstehen, dürfte es vor Allem erforderlich seyn, daſs wir das noch heute thätige Wirken der Naturkräfte im Mineralreiche zu erforschen suchen. Zwar ist es keineswegs gesagt, daſs die Natur im Laufe der Zeiten ihre Schöpfungsweise nicht geändert habe, und es drängt sich uns sogar als im hohen Grade wahrschein-

lich auf, daſs die schaffende Kraft ähnlichen Modificationen unterworfen gewesen ist, wie das in verschiedenen geologischen Perioden von ihr Geschaffene; aber wenn die Naturthätigkeit auch als keine *unveränderliche* betrachtet werden kann, so scheint sie sich doch stets innerhalb der Gränzen einer gewissen *Analogie* zu halten. Das Studium der neueren und neuesten Mineralbildungen kann uns daher, wenn auch keine vollständigen Aufschlüsse, doch wenigstens Winke über die Entstehung der älteren Bildungen dieser Art ertheilen; es kann uns einzelne Buchstaben in jener Hieroglyphenschrift des Felsenbaues kennen lehren, und uns auf solche Weise vom Buchstabiren allmälig zum Lesen bringen.

Daſs sich verschiedenartige Salze an gewissen Theilen der Erdrinde noch gegenwärtig erzeugen, ist eine bekannte Thatsache; es sind dieſs besonders Salze der Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure und Arseniksäure. Das Studium der Bildung derselben hat uns bereits manchen werthvollen Fingerzeig in Bezug auf die Entstehung analoger älterer Mineralbildungen verschafft. Unter den genannten Säuren jener Salze vermissen wir aber gerade diejenige, deren chemische Rolle bei der Bildung der Erdrinde unläugbar die wichtigste gewesen ist, nämlich die Kieselsäure. Unsere Erfahrungen in Betreff der Entstehung kieselsaurer Verbindungen sind fast noch immer ausschlieſslich an die Vulcane und Schmelztiegel gewiesen, und da ist es dann kein Wunder, daſs wir beim Anblicke von Silicaten so gern an's Feuer denken. Sowohl die geognostischen als die oryktognostischen Beobachtungen neuester Zeit stellen es aber immer unabweisbarer heraus, daſs man hierbei in der Hitze zu weit gegangen ist. Dieſs dürfte jedoch verzeihlich seyn, denn die Naturprocesse der Gegenwart geben uns nur sehr geringe Gelegenheit, die Entstehung der Silicate auf einem anderen Wege als dem feurigen zu beobachten. Die Periode, in welcher die Natur Silicate auf dem nassen Wege hervorbrachte, scheint fast ihre Endschaft erreicht zu haben. Daſs dieſs nicht gänz-

Digitized by Google

lich der Fall ist, wird, so viel ich weiſs, nur durch äuſserst wenige Beispiele bewiesen. Der gegenwärtige Aufsatz ist dazu bestimmt, die sehr kleine Anzahl dieser Beispiele um eins zu vermehren.

Das Silicat, von welchem hier die Rede seyn wird, und welches ich, in Bezug auf seine jugendliche Entstehung, *Neolith* genannt habe, bildet sich bis auf den heutigen Tag in einer Eisensteingrube der Arendaler Gegend. Die Aslakgrube, so heiſst dieselbe, liegt etwa $1\frac{1}{2}$ geogr. Meilen nordöstlich von Arendal, auf der westlichen Seite des Tromöesundes. Sie ist eine der sogenannten Näskilgruben, welche, in kurzen Distanzen von einander, auf einer im amphibolitischen Urgneuse [1]) eingelagerten Magneteisensteinmasse, oder vielmehr auf mehreren solchen mit einander verketteten Massen, angelegt sind. Der ganze über 70 Lachter tiefe Grubenraum bildet eine groſse zu Tage aus schmäler werdende Weitung, deren beträchtlichste horizontale Dimension parallel dem Streichen der Gneusschichten läuft. Zur Verhinderung des Einströmens von Tagewässern ist die Grube überbaut (überbühnt); nichts destoweniger ist sie sehr wasserreich, was von unterirdisch zulaufendem Wasser herrührt. Der gröſste Theil dieses Wassers scheint von nahe liegenden ersoffenen Gruben herzukommen, namentlich von der dicht neben ihr befindlichen, ganz unter Wasser stehenden Gamle Mörefjärgrube, welche noch beträchtlichere Dimensionen als die Aslakgrube besitzt. Ihre Tageöffnung hat etwa 20 Lachter Länge und 14 L. Breite, und ihre Teufe soll 90 L. betragen. Nach der Aussage des Steigers vergröſsern sich die erstgenannten beiden Dimensionen nach unten hin sehr bedeutend. Daſs die in dieser Grube angesammelte, gegen 600 Fuſs hohe Wassermasse sich in der Tiefe, mit einem nach allen Seiten hin wirkenden Drucke, einen Ausweg zu verschaffen und daher das Gestein zu durchdringen strebt, ist eine unmittelbare Folge des Gesagten. Dieser Druck beträgt an den

1) Derselbe ist annähernd senkrecht geschichtet, und hat ein Streichen in ungefähr hor. 6.

Digitized by Google

tiefsten Stellen, wenn wir dieselben in dem genannten Abstande unter der oberen Wasserfläche annehmen, über 20 Atmosphären. Mit einer theilweise so hohen, theilweise weniger hohen Pressung scheint sich nun das Wasser der Gamle Mörefjärgrube und vielleicht auch anderer Gruben und Wasseransammlungen einen Weg nach der Aslakgrube gebahnt zu haben. Hier hält es Theile der Felswände beständig naſs und rieselt an denselben hernieder. — Die Gebirgsarten, durch welche das Wasser seinen Lauf nehmen muſs, um zur Aslakgrube zu gelangen, sind, obgleich fast ohne Ausnahme dem Urgneuse angehörig, dennoch von sehr verschiedener Art, und stimmen nur allenfalls darin überein, daſs alle mehr oder weniger amphibolitische und augitische, oder doch talkerdehaltige Gemengtheile bei sich führen. Die eine der beiden gröſseren Grubenwände, und zwar diejenige, durch welche das Wasser vorzugsweise hereindringt, besteht hauptsächlich aus einer Feldspath- (Orthoklas-) Masse, in der stellenweise, im Ganzen jedoch nur sparsam, Augit und Hornblende eingesprengt vorkommen. Hinter dieser Feldspathparthie, welche die Form eines senkrecht stehenden Lagers zu haben scheint, liegen schmale Zonen anderer Gebirgsarten, namentlich Glimmerschiefer (oder vielmehr ein glimmerreicher Gneus), ferner eine schwarzgrüne eigenthümliche Gebirgsart mit zahlreichen, zum Theil parallel liegenden Glimmerblättern in einer dichten glanzlosen Grundmasse, und endlich ein porphyrartiges Gestein von mehr oder weniger dunkelschwarzer Farbe. Letzteres, welches von besonderer Wichtigkeit für uns ist, will ich hier näher beschreiben. In der theils grünlich-, theils bräunlichschwarzen, derben Grundmasse desselben sind zahlreiche erbsengroſse und kleinere Krystalle eines pechschwarzen Minerals eingesprengt, welches zu den augitischen oder amphibolitischen zu gehören scheint. Wegen der sehr unvollkommenen Entwicklung jener Krystalle, und des in höherem oder geringerem Grade zersetzten Zustandes, in welchem sich fast die ganze Masse des Gesteins befindet, habe ich es bisher nicht vermocht dieses Mineral näher zu bestim-

stimmen. Mehrere Umstände sprechen dafür, daſs das geognostische Verhältniſs dieser porphyrartigen Gebirgsart zum Urgneuse ein abnormes ist. Hierauf, wie auf den petrographischen Charakter des Gesteins, kommt jedoch bei unserem Zwecke wenig an, sondern in dieser Beziehung genügt es zu wissen, daſs sowohl jene glimmerführende als diese porphyrartige Gebirgsart reich an Talkerde sind, und daſs vorzugsweise die letztere dieser beiden Gebirgsarten eine sehr wesentliche Veränderung ihres Zustandes erlitten hat. Dieſs giebt sich dadurch zu erkennen, daſs Stücke derselben, wenn sie eben aus der Grube kommen, ganz von Feuchtigkeit durchdrungen sind, und nach kurzer Zeit, gleich einer austrocknenden Thonmasse, Sprünge bekommen, die sich so lange vermehren und vergröſsern, bis sie die gänzliche Zerbröckelung der Masse veranlaſst haben. Nach Verlauf mehrerer Tage oder Wochen (in den heiſsen Sommermonaten geht dieſs besonders schnell) hat sich auf diese Weise ein Haufen scharfkantiger Bruchstücke in ein grauschwarzes Pulver umgewandelt. Der Grund dieses eigenthümlichen Verhaltens kann aus dem bereits Gesagten entnommen werden; derselbe kann wohl kaum ein anderer seyn als der, daſs das dieses Gestein durchrieselnde Grubenwasser zersetzend und auflösend auf dasselbe einwirkt, es dadurch porös macht und die gebildeten Poren mit Wasser erfüllt. In diesem Zustande besitzt die Masse noch einen ziemlich festen Zusammenhang; verdunstet aber das Wasser an der Luft, so vermindert sich derselbe allmälig, das Volum der Stücke schwindet, es entstehen Sprünge, und zuletzt tritt gänzliches Zerfallen ein.

Das Wesentlichste des eben geschilderten Herganges läuft also darauf hinaus: daſs das in die Aslakgrube eindringende Wasser auf seinem Wege dahin talkerdereiche Gesteine durchdringt und diesen einen Theil ihrer Bestandtheile entzieht. Daſs dieſs wirklich der Fall ist, giebt sich nicht bloſs durch den zersetzten Zustand der betreffenden Gebirgsarten, sondern am unmittelbarsten dadurch zu erkennen, daſs das die Feldspathwand durchrieselnde Was-

Digitized by Google

ser ein talkerdereiches Mineral, den Neolith, in groſser Menge absetzt. Der Feldspath selbst wird hierbei in hohem Grade verändert, theils zu einer kaolinartigen, theils zu einer sich fettig anfühlenden, specksteinähnlichen Masse. Leider konnte ich den so metamorphosirten Orthoklas keiner genauen chemischen Prüfung unterwerfen, weil es mir bisher nicht gelang, hinreichend reine Stücke desselben zu erhalten. Entweder nämlich schlieſst der veränderte Feldspath Partikel von weniger verändertem Feldspathe ein, oder seine ganze Masse zeigt sich so von der des Neoliths durchdrungen, daſs sich der erstere unmöglich rein ausscheiden läſst.

Der Neolith wird hauptsächlich in zweierlei Gestalt angetroffen, entweder krystallinisch oder, wenigstens anscheinend, amorph. In dem krystallinischen Zustande bildet er zarte Blättchen und Fasern, welche theils fächer-, theils büschel- oder sternförmig von einem Centrum auslaufen, theils parallel an einander gefügt sind. Krystallinische Massen der ersten Art scheinen nur in Sprüngen, nie auf der Oberfläche des Feldspaths vorzukommen; Sprünge von $\frac{1}{4}$ bis 1 Linie Breite sind zuweilen ganz mit derselben ausgefüllt, mitunter enthalten sie aber auch nur zerstreut liegende Sterne [1]). Die ganze Art dieses Vorkommens erinnert sehr an Wawellit. Die parallelfasrige krystallinische Varietät scheint sich besonders da gebildet zu haben, wo das Wasser von überhängenden Theilen der Grubenwand *herabgetropft*, nicht aber, wie an senkrecht oder steil stehenden, ruhig daran *herabgeflossen* ist. An Stellen der letzten Art hat sich der Neolith in Gestalt eines anscheinend amorphen, auf der Oberfläche fast spiegelblanken Ueberzuges abgesetzt. Von einem solchen Ueberzuge zeigen sich lose Steine, welche an dazu günstigen Punkten der Grube lagen, gleichsam wie von einer Firniſsschicht ringsum über-

1) Auf diese Parthien wurde ich erst aufmerksam, als ich meine, bei der Aslakgrube gesammelten Stufen zu Hause einer näheren Betrachtung unterwarf; ich besitze deshalb nicht mehr davon, als mir der Zufall in die Hand geführt hat.

Digitized by Google

kleidet. Die Dicke dieser Neolithschichten geht von der eines Papiers bis zu einem Zoll und darüber. Die dicksten pflegen die parallelfasrigen zu seyn, welche bisweilen mit tropfsteinartigen Contouren angetroffen werden. Auſserdem bildet sich der amorphe Neolith, der wohl eigentlich als ein zusammengedrängtes Haufwerk äuſserst kleiner Blättchen und Fasern betrachtet werden muſs [1]), auch im Innern des zersetzten Feldspaths, indem er ausgewaschene Räume in demselben erfüllt und sein Volumen hier in dem Maaſse vergröſsert, als ihm der Feldspath Platz macht. Auf diese Weise wird die Masse des letzteren an einzelnen Stellen allmälig ganz in Neolith metamorphosirt.

Die übrigen geognostischen Charaktere des Neoliths sind folgende. Die Härte des deutlich krystallinischen läſst sich schwierig genau bestimmen; sie scheint etwa die des Talkes zu seyn. Das anscheinend amorphe Mineral, besonders das im Innern des zersetzten Feldspaths vorkommende, besitzt, wegen seiner weniger dichten und mit Feuchtigkeit erfüllten Masse, einen noch geringeren Härtegrad. Es läſst sich ganz so schneiden wie Seife, und fühlt sich eben so fettig an. Die Farbe des Neoliths ist Grün in verschiedenen Nüancen, namentlich bräunlich und schwärzlich Grün bis fast Schwarz. Sein Glanz zeigt sich, je nach den früher erwähnten verschiedenen Zuständen des Minerals, von ungleicher Beschaffenheit. Die krystallinischen Parthien haben theils Fettglanz, theils Seidenglanz; die anscheinend amorphen sind auf dem Bruche wenig glänzend bis matt, nehmen aber, mit dem Fingernagel gestrichen, Fettglanz an. Der glas- oder firniſsartige Glanz, welchen der als glatter Ueberzug vorkommende Neolith auf seiner Oberfläche besitzt, kann wohl nicht eigentlich dem Minerale selbst beigelegt werden, sondern steht mit der zufälligen mechanischen Gruppirung seiner Partikel im Zusammenhange. Das spec. Gewicht des vollkommen getrockneten Neoliths ist =2,77. Also auch hierin, wie in allen seinen anderen

1) Später angestellte mikroskopische Untersuchungen haben dieſs bestätigt.

Digitized by Google

Eigenschaften, steht der Neolith dem Talke nahe, dessen reinste Varietäten ein spec. Gewicht von 2,74 besitzen.

Durch lange fortgesetztes Trocknen bei 100° C. verliert der Neolith, besonders der scheinbar amorphe, eine beträchtliche Menge hygroskopischen Wassers und wird dabei lichter von Farbe; war derselbe zuvor bereits licht gefärbt, so wird er fast weiſs, mit einem kleinen Stich in's Grünliche. Das in sternförmigen und ähnlichen Gruppen krystallisirte Mineral verändert, wegen seiner festeren Masse, seine Farbe am wenigsten, und erhält dieselbe durch bloſses Anhauchen wieder. Bei den ausgetrockneten, aus einem krystallinischen Hauſwerk bestehenden Stücken tritt dieſs ein, wenn man sie in Wasser legt. Sie saugen dasselbe unter Entwicklung zahlreicher Luftblasen so begierig an, daſs sie dabei zerbersten und zu kleineren Stücken zerfallen.

Nachdem ich durch eine qualitative Probe gefunden hatte, daſs der Neolith hauptsächlich aus $\dddot{S}i$, $\dot{M}g$, $\dddot{A}l$, $\dot{F}e$ und $\dot{H}$ besteht, so wie auſserdem noch kleine Mengen von $\dot{M}n$, zuweilen auch von $\dot{C}a$ enthält, stellte ich zwei quantitative Untersuchungen an, welche folgende Resultate gaben:

	I.	II.
Kieselerde	52,28	47,35
Thonerde	7,33	10,27
Talkerde	31,24	24,73
Eisenoxydul	3,79	7,92
Manganoxydul	0,89	2,64
Kalkerde	0,28	—
Wasser	4,04	6,28
	99,85	99,19.

Das zur Analyse II angewendete Mineral war von dunklerer Farbe als das zuerst analysirte. Eisen*oxyd* konnte in keinem der untersuchten Stücke aufgefunden werden. Die den procentischen Mengen der Bestandtheile entsprechenden Sauerstoffquantitäten sind:

Digitized by Google

	Sauerstoff.	
	I.	II.
Kieselerde	27,15	24,58
Thonerde	3,42	4,80
Talkerde	12,43	9,84
Eisenoxydul	0,84	1,76
Manganoxydul	0,20	0,59
Kalkerde	0,08	—
Wasser	3,59	5,58.

Diese Sauerstoffverhältnisse lassen sich annähernd durch folgende einfachere Zahlen ausdrücken:

	$\dddot{\text{Si}}$.	$\dddot{\text{Al}}$.	$\dot{\text{R}}$.	$\dot{\text{H}}$.
in I.	8 :	1 :	4 :	1
in II.	5 :	1 :	$2\frac{1}{2}$:	$1\frac{1}{8}$,

wobei $\dot{\text{R}}$ die Summe des Sauerstoffs der Talkerde, des Eisenoxyduls, Manganoxyduls und der Kalkerde umfaſst. Wir wollen nun aus diesen Daten zuerst nach den Principien der älteren Methode eine Formel zu bilden versuchen. Indem wir hierbei genöthigt sind, die Thonerde als elektropositiven Bestandtheil und das Wasser als Hydratwasser zu betrachten, stellt es sich sogleich heraus, daſs die betreffenden zwei Analysen zu so gänzlich von einander abweichenden Sauerstoffproportionen geführt haben, daſs auf keine Weise daran zu denken ist, dieselben durch *eine* Formel auszudrücken. Aber auch wenn wir versuchen für *jedes* dieser Verhältnisse eine Formel ausfindig zu machen, so gelingt dieſs, abgesehen von der hiermit verknüpften Unwahrscheinlichkeit (da sich die äuſseren Charaktere der untersuchten Stücke nur durch Farbennüance verschieden zeigten), durchaus nicht. Aus keiner jener Sauerstoffproportionen läſst sich, unter der gedachten Voraussetzung eine Formel ableiten, welche einen Anschein von Möglichkeit besitzt.

Wenden wir uns jetzt zur neueren Methode der Formelbildung, zufolge welcher in diesem Falle die Thonerde als ein elektronegativer mit der Kieselerde, und das Was-

Digitized by Google

ser als ein elektropositiver mit der Talkerde u. s. w. polymer-isomorpher Körper angesehen werden muſs; nämlich: $3\dddot{\text{Al}} = 2\dddot{\text{Si}}$ und $3\dot{\text{H}} = \dot{\text{Mg}}$. Alsdann gestalten sich die Sauerstoffverhältnisse folgendermaſsen:

	$[\dddot{\text{Si}}]$.		$(\dot{\text{R}})$.
in I.	29,43	:	14,75
in II.	27,78	:	14,05.

$[\dddot{\text{Si}}]$ umfaſst den Sauerstoff der Kieselerde und zwei Drittel des Sauerstoffs der Thonerde, $(\dot{\text{R}})$ den Sauerstoff der übrigen Basen. In *beiden* Analysen verhalten sich die summarischen Sauerstoffmengen äuſserst nahe wie 2 : 1, woraus sich die Formel

$$(\dot{\text{R}})^3\,[\dddot{\text{Si}}]^2$$

ergiebt, welche folgende Sauerstoffproportionen erfordert:

in I.	29,43	:	14,72
in II.	27,78	:	13,89.

Die Formel des gewöhnlichen (augitischen) Talkes ist $=(\dot{\text{R}})^3\,\dddot{\text{Si}}^2$. *Der Neolith ist folglich ein Talk, in welchem ein Theil der Kieselerde durch Thonerde polymer-isomorph ersetzt ist.* Dieſs Resultat steht in vollkommener Harmonie mit den angeführten äuſseren Eigenschaften des Neoliths.

Daſs die auflösende Kraft des Wassers, besonders des unter hohem Drucke stehenden, als eine der Ursachen der hier beschriebenen neuen Bildung eines talkartigen Minerals, des Neoliths, angesehen werden muſs, kann keinem Zweifel unterworfen seyn. Weniger leicht auszumachen ist es aber: ob das Wasser die einzige Ursache derselben sey? Ich glaube dieſs verneinen zu müssen. Sehr wahrscheinlich spielt auch die Kohlensäure hierbei eine wichtige Rolle. Es scheint, daſs das durch die Grubenwände eindringende Wasser eine beträchtliche Menge dieser Gasart aufgelöst enthält, und dieselbe entwickelt, sobald es vom Drucke befreit ist. Die Aslakgrube ist nämlich in einem ungewöhnlich hohen Grade mit sogenannten »bösen Wettern« behaftet, und zwar vorzugsweise in den Som-

Digitized by Google

mermonaten. Während der heiſsesten derselben muſste deswegen, seit einer Reihe von Jahren, der Grubenbetrieb gänzlich eingestellt werden. Die Grubenluft befindet sich dann in einem Zustande, welcher weder den Athmungs- noch den Verbrennungsproceſs zu unterhalten vermag. Dieser Umstand verhinderte mich auf zwei nach der Arendaler Gegend unternommenen Reisen in das Innere der Grube hinabzusteigen [1]). Doch selbst damit, daſs wir dem stark gepreſsten Wasser Kohlensäure hinzufügen, sind wir mit unserem Erklärungsversuche noch nicht am Ziele. Es fragt sich nämlich: wird von dem so beschaffenen Wasser aus den talkerdereichen Gebirgsarten sogleich eine dem Neolith entsprechende Verbindung aufgelöst, oder bildet sich diese erst auf dem innerhalb anderer Gesteine fortgesetzten Wege des Wassers in den Grubenraum? Dieſs läſst sich vor der Hand nicht mit Sicherheit beantworten. Es ist möglich, daſs der Feldspath, den das Wasser vor seinem Eintritt in die Grube durchdringt, das Seinige hierzu beiträgt, indem er einen Theil der im Neolith befindlichen Kieselerde und Thonerde abgiebt.

Ich habe viele ältere Jahrgänge mineralogischer und chemischer Zeitschriften durchgesehen, um vielleicht auf Beobachtungen zu stoſsen, welche ähnliche Naturprocesse, wie der hier geschilderte, berühren; es ist mir jedoch nur gelungen, ein einziges Factum von hinreichender Analogie ausfindig zu machen. Kersten hat nämlich in Erdmann und Marchand's Journ. f. pract. Chemie, Bd. 22, S. 1, mitgetheilt, daſs sich in den tieferen Theilen der Grube Him-

1) In Zeit von einigen Jahren wird die Aslakgrube wahrscheinlich leichter zugänglich seyn. Der jetzige Besitzer der Näskilgruben, Sr Excellenz der Statthalter v. Lövenskjold, beabsichtigt nämlich die benachbarte Gamle Mörefjärgrube trocken zu legen und dann beide Gruben durchschlägig zu machen, wodurch ohne Zweifel der beabsichtigte Wetterwechsel erreicht werden wird. Leider wird aber auch zugleich der interessanten Neolithbildung ein Ziel gesetzt werden. — Als ich die Aslakgrube besuchte, fanden sich in den Haldenstürzen sehr bedeutende Massen sowohl des neolitführenden Feldspaths, als des veränderten porphyrartigen Gesteins, welche nicht so leicht erschöpft werden dürften.

Digitized by Google

melfahrt bei Freiberg aus dem Grubenwasser eine Inkrustation auf den Gneus absetze, welche in ihrem Aeuſseren, besonders durch ihren sternförmig strahligen Bruch, einige Aehnlichkeit mit Neolith besitze. Nach Kersten's Analyse hat dieſs Mineral folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	18,98
Manganoxyd	25,01
Eisenoxyd	22,90
Wasser	33,00
	99,89.

Hiernach dürfte man wohl geneigt seyn, dasselbe für ein vom Neolith gänzlich verschiedenes anzusehen. Betrachten wir jedoch auch die Zusammensetzung dieses Minerals nach den Gesetzen der polymeren Isomorphie, also das Wasser als Base, und Manganoxyd und Eisenoxyd (analog wie Thonerde) als polymer-isomorph mit Kieselerde, so ergiebt sich folgendes Sauerstoffverhältniſs:

	$[\dddot{Si}]$.		(R).	
zufolge der Analyse	19,49	:	9,78	$(R)^3 [\dddot{Si}]^2$.
zufolge der Berechnung	19,49	:	9,75	

Die Inkrustation von der Grube Himmelfahrt ist folglich ein Neolith, in welchem der gröſste Theil der Kieselerde durch Manganoxyd und Eisenoxyd, so wie die übrigen betreffenden Basen durch Wasser polymer-isomorph ersetzt sind.

In meiner Abhandlung »Ueber eine eigenthümliche Art der Isomorphie u. s. w. (diese Ann., Bd. 68, S. 319) habe ich bereits des eben beschriebenen metamorphosirenden Processes Erwähnung gethan (S. 373), indem ich denselben als ein Beispiel aufstellte, wie durch die auflösende Kraft eines mit Kohlensäure geschwängerten Wassers, an dazu geeigneten Stellen der Erdrinde, Metamorphosen in gegenwärtiger Zeit vor sich gehen und folglich auch Pseudomor-

Digitized by Google

phosen entstehen können. Wäre jene Feldspathwand in der Aslakgrube quarzführend, und hätte sich der Feldspath an den Berührungsflächen mit dem Quarze zu Krystallen ausgebildet, so würden diese Krystalle allmälig ganz in Neolith umgewandelt werden. Es ist möglich, daſs eine der Pseudomorphosen, welche Blum in seinem interessanten Werke anführt, nämlich »Talk nach Feldspath«, auf eine solche oder doch ähnliche Weise entstanden sey. — Wenn man die Bedingungen berücksichtigt, unter welchen die Gesteinsmetamorphose in der Aslakgrube vor sich geht, und sich die Umstände in's Gedächtniſs ruft, welche sie begleiten, so wird man einräumen müssen, daſs diejenigen Verhältnisse, unter welchen die älteren, basisches Wasser enthaltenden Mineralien (wie z. B. Aspasiolith, Serpentin, die Mineralien aus dem Chlorit- und Glimmergeschlechte u. s. w.) vorkommen, gänzlich von denen verschieden sind, unter welchen der Neolith angetroffen wird. Bei diesem wie bei jenen hat allerdings das Wasser eine gleich wichtige Rolle gespielt; beim Neolith aber unter den Verhältnissen der gegenwärtigen Zeit, und bei jenen anderen Mineralien unter denen der Urzeit.

IX. *Ueber eine Verunreinigung des käuflichen Broms; von H. Poselger.*

Als ich vor einiger Zeit eine kleine Quantität Brom der Destillation unterwarf, bemerkte ich, daſs die letzten Antheile einer verhältniſsmäſsig hohen Temperatur bedurften, um überzugehen. Ein darauf angestellter Versuch zeigte, daſs das käufliche Brom bei 50° C. zu sieden anfing. Nach und nach erhöhte sich jedoch der Kochpunkt und stieg zuletzt bis auf 120° C., wobei die Farbe des rückständigen Broms immer heller wurde, bis es zuletzt fast farblos war. Nachdem auch der letzte Tropfen überdestillirt war, blieb

in der Retorte ein wenig Kohle zurück. Der zuletzt überdestillirende Antheil hatte eine sehr hellrothe Farbe, welche durch Vermischen mit Wasser noch heller wurde. Zur Bindung des freien Broms war verhältniſsmäſsig nur wenig kaustisches Kali nöthig, und es schied sich dabei ein farbloser ölartiger Körper von einem angenehmen aromatischen Geruch ab. Die Analyse ergab, daſs dieser Körper eine Verbindung von Brom mit Kohlenstoff ist.

1,539 Grm. mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrom verbrannt, gaben 0,4025 $\ddot{C}$.

1,2085 Grm. gaben 0,2985 $\ddot{C}$.

1,8436 Grm. gaben 0,4580 $\ddot{C}$.

Eine Wasserbildung hatte nicht stattgefunden; 0,7586 mit Kalk geglüht, gaben 1,6577 Ag Br.

Die Verbindung besteht hiernach aus gleichen Aequivalenten Brom und Kohlenstoff C Br:

	I.	II.	III.	IV.	Berechnet.
C	7,13	6,74	6,77	—	7,12
Br	—	—	—	91,75	92,88.

Die Verbrennung konnte nicht auf die gewöhnliche Weise, durch Einschmelzen der Substanz in ein Glaskügelchen geschehen, da sonst immer in demselben unverbrannte Kohle zurückblieb. Ich bediente mich zum Abwägen einer langen engen Röhre, welche in eine äuſserst feine Spitze ausgezogen und am Ende in eine groſse Thermometerkugel ausgeblasen war, und lieſs aus dieser die Flüssigkeit unmittelbar in das in der Verbrennungsröhre befindliche Kupferoxyd tröpfeln.

Dieser Bromkohlenstoff bildet eine farblose Flüssigkeit von 2,436 spec. Gew., hat einen lieblichen, fast ätherartigen aromatischen Geruch und süſsen Geschmack, und ist stark lichtbrechend. Durch den Einfluſs der Luft oder durch gelinde Erwärmung färbt er sich gelb oder roth durch ein wenig freiwerdendes Brom, wodurch er seinen angenehmen Geruch verliert. Doch ist diese Zersetzung nur

Digitized by Google

äuſserst gering, und durch Schütteln mit Wasser, dem ein wenig Kali beigemischt ist, erhält man ihn wieder ganz rein. Auch wenn er für sich destillirt wird, wird er nur zum kleinen Theil zersetzt, wobei zuletzt etwas Kohle zurückbleibt. Sein Siedpunkt liegt bei 120° C. Salpetersäure von 1,42 spec. Gewicht zersetzt ihn selbst beim Kochen nur äuſserst wenig; ebenso concentrirte Schwefelsäure, von dieser destillirt er fast unverändert ab. Eine concentrirte Auflösung von Kali scheint ihn fast gar nicht zu verändern; durch schmelzendes Kali wird er aber vollständig zersetzt, in Bromkalium und kohlensaures Kali, ohne daſs eine Abscheidung von Kohle eintritt, welche jedoch beim Glühen mit gebranntem Kalk reichlich stattfindet. Löst man ihn in Alkohol auf, setzt eine alkoholische Kalilösung hinzu und kocht, so wird gewöhnlich durch Zusatz von Wasser noch ein Theil Bromkohlenstoff unverändert abgeschieden, während die Flüssigkeit Bromkalium enthält. Ameisensäure erscheint nicht unter den Zersetzungsproducten. — Er ist nicht brennbar, ertheilt aber der Alkoholflamme einen geringen grünlichen Schein, wenn er, auf Papier gegossen, hineingehalten wird. In Wasser ist er sehr wenig löslich, ertheilt ihm jedoch Geruch und Geschmack; mit Alkohol, Aether und Brom mischt er sich in allen Verhältnissen. Auf Papier macht er vorübergehende Fettflecke, und erstarrt noch nicht bei —25° C.

Dieser Bromkohlenstoff ist wahrscheinlich identisch mit dem nicht weiter untersuchten wasserklaren Oel, welches Löwig [1]) bei der Darstellung des festen Bromkohlenstoffs erhielt, als er eine ätherische Bromlösung destillirte. Der von Serullas [2]) beschriebene, aber nicht analysirte Bromkohlenstoff scheint eine andere Verbindung oder eine Mengung des festen mit diesem zu seyn, da er sich an der Luft nicht färbt, bei +6° erstarrt und sehr flüchtig ist. Auch gab er gelbrothe Dämpfe, als er auf einem benetzten Pa-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 16, S. 376.

2) Ebendaselbst, Bd. 9, S. 340, und Bd. 15, S. 70.

Digitized by Google

pier in die Alkoholflamme gebracht wurde. Er ist ihm nur durch seinen ätherischen Geruch und süſsen Geschmack ähnlich, jedoch scheint dieser mehr oder weniger allen derartigen Bromverbindungen, selbst den wasserstoffhaltigen eigen zu seyn.

Verschiedene Sorten Brom, welche ich untersuchte, enthielten alle mehr oder weniger von dieser Kohlenstoffverbindung; manche jedoch nur Spuren, eine indessen, welche aus der Schönebecker Fabrik stammte, enthielt, nach ungefährer Schätzung, wenigstens 6 bis 8 Procent.

Es ist sehr wahrscheinlich, daſs dieser Bromkohlenstoff durch die Einwirkung des Broms auf den Aether, dessen man sich bei der Darstellung des Broms bedient, entsteht. Um dieſs zu ermitteln, machte ich folgende Versuche. Löst man Brom in Aether und unterwirft die Mischung der Destillation, so kann man beinahe die ganze Menge des Aethers abdestilliren, ohne daſs freies Brom mit überginge. Das Destillat ist sehr sauer, aber erst die letzten Antheile sind ein wenig gefärbt. Der Rückstand in der Retorte riecht sehr wenig nach Brom, obgleich er fast reines Brom ist; erst wenn man Wasser hinzufügt, erlangt das Brom seine bekannte Flüchtigkeit wieder. Indessen entsteht auf diese Weise nur eine sehr geringe Menge Bromkohlenstoff, und diese selbst nicht immer. Läſst man aber vor der Destillation durch den bromhaltigen Aether Chlorgas streichen, so enthält nachher sowohl das Destillat, als auch besonders der Rückstand bedeutende Mengen von Bromkohlenstoff; und wenn der Aether alkoholhaltig war, oder wenn man statt desselben reinen Alkohol anwendet, so entsteht noch bedeutend mehr von dieser Verbindung; ohne Chlor entsteht aber, auch bei Anwendung von reinem Alkohol, nur sehr wenig flüssiger Bromkohlenstoff. Es ist jedoch zu bemerken, daſs der auf diese Weise dargestellte Bromkohlenstoff bisweilen bedeutende Mengen von Chlor enthält, welche bis zu 15 Procent steigen können, ohne daſs jedoch dadurch seine physikalischen Eigenschaften verändert würden.

Digitized by Google

X. *Ueber die Trennung des Zinns vom Antimon; von Heinrich Rose.*

Bekanntlich ist die Scheidung dieser beiden Metalle mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Die ältere Methode von Chaudet [1]) schreibt vor, diese Trennung durch Chlorwasserstoffsäure zu bewirken, welche aber nur dann von Erfolg seyn kann, wenn durch die Gegenwart einer groſsen Menge von Zinnchlorür die Einwirkung der Säure auf Antimon geschwächt wird. Durch diese Methode, so wie durch die später vorgeschlagene von Gay-Lussac [2]), aus der Auflösung beider Metalle das Antimon vermittelst metallischen Zinns zu fällen, wird nur das Antimon unmittelbar und das Zinn durch den Verlust gefunden. Levol [3]) hat deshalb die Methode von Chaudet modificirt. Er löst die Legirung beider Metalle durch Chlorwasserstoffsäure auf, zu welcher er chlorsaures Kali gesetzt hat, fällt aus der Auflösung beide durch metallisches Zink, und, ohne die Auflösung des Chlorzinks abzugieſsen, wird durch hinzugefügte starke Chlorwasserstoffsäure das Zinn aufgelöst, welches man durch Schwefelwasserstoffgas wieder fällen kann, während das Antimon ungelöst zurückbleibt.

Elsner [4]) hat diese Methode nicht genau gefunden, da neben dem Zinn auch Antimon durch Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wird, gegen welche Bemerkung Levol [5]) einwendet, daſs durch die Anwesenheit des Chlorzinks die Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure auf Antimon bedeutend geschwächt werde.

1) *Annales de chimie et de phys., Vol. III, p*, 376.

2) *Item, Vol. XLVI, p.* 222.

3) *Item, IIIte Reihe, Vol. XIII, p.* 125.

4) Journal für pract. Chemie, Bd. 35, S. 313.

5) Ebendaselbst, Bd. 37, S. 402.

Digitized by Google

Welche Methode man auch zur Trennung beider Metalle anwenden mag, immer wird die Scheidung nicht eine so vollkommene seyn, wie bei andern Substanzen, welche gegen Reagentien ein nicht so ähnliches Verhalten haben, wie Zinn und Antimon.

Ich habe mich zur Scheidung beider Metalle einer anderen Methode bedient, die aber mit groſser Vorsicht ausgeführt werden muſs, wenn die Resultate befriedigend seyn sollen.

Die Metalle werden vorsichtig mit starker Salpetersäure übergossen. Nachdem die heftige Oxydation stattgefunden hat, wird bei gelinder Hitze das Ganze abgedampft, und das trockne Pulver der Oxyde in einem Silbertiegel über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzug mit einem Uebermaaſs von Natronhydrat geschmolzen. Man weicht die geschmolzene Masse mit vielem Wasser auf, erwärmt sie damit und läſst das antimonsaure Natron sich vollständig absetzen. Nach dem vollständigen Erkalten wird die klare Auflösung durch ein Filtrum gegossen; geschieht dieſs, wenn sie noch etwas warm ist, so enthält sie antimonsaures Natron aufgelöst. Das unlösliche Salz wird noch ein oder einige Male mit Wasser behandelt; man läſst die Flüssigkeit wieder sich absetzen und vollständig erkalten, und gieſst nur diese, und nur wenn sie klar ist, durch's Filtrum. Ist das zinnsaure Natron auf diese Weise aufgelöst, so ist die Flüssigkeit, welche mit dem antimonsauren Natron erwärmt worden ist, opalisirend; sie darf nicht auf's Filtrum gebracht werden, weil sie trübe durch dasselbe gehen würde. Man kann zu derselben etwas von einer verdünnten Auflösung von kohlensaurem Natron setzen, wodurch sie klar wird; darf aber das Aussüſsen durchaus nicht lange fortsetzen, weil sonst etwas antimonsaures Natron würde aufgelöst werden.

Das noch feuchte antimonsaure Natron wird darauf im Becherglase mit einem Gemisch von Chlorwasserstoffsäure und Weinsteinsäure übergossen, in welchem es sich mit Leichtigkeit auflöst. Mit einem solchen Gemisch behan-

Digitized by Google

delt man auch das Filtrum, auf welches übrigens nur wenig des unlöslichen Salzes gebracht worden seyn muſs.

Aus der Auflösung wird das Antimon durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, und aus dem erhaltenen Schwefelantimon bestimmt man die Menge des darin enthaltenen Antimons. Ich pflege jetzt das Schwefelantimon durch Wasserstoffgas in einem Porcellantiegel zu reduciren; derselbe ist mit einem Porcellandeckel versehen, durch welchen ein dünnes Porcellanrohr geht. Man verfertigt diese Apparate jetzt auf der hiesigen Porcellanmanufactur. Man erhitzt so lange vorsichtig bei geringer Hitze, bis der Tiegel nicht mehr an Gewicht abnimmt. Nach der Reduction ist die innere Seite des Porcellandeckels mit metallischem Antimon überkleidet, so daſs man glauben sollte, daſs das Resultat des Versuchs kein genaues sey, was indessen nicht der Fall ist.

Die Auflösung des zinnsauren Natrons wird durch Chlorwasserstoffsäure sauer gemacht. Es ist nicht nöthig so viel von der Säure hinzuzusetzen, daſs das ausgeschiedene Zinnoxyd vollständig wieder aufgelöst wird. Es ist nur nöthig, daſs die Auflösung das Lackmuspapier stark röthet. Man leitet darauf Schwefelwasserstoffgas durch dieselbe.

Das erhaltene Schwefelzinn wird durch Rösten in Zinnoxyd verwandelt. Ist dasselbe getrocknet worden, so decrepitirt es oft, wodurch bei Mangel an Vorsicht ein bedeutender Verlust entstehen kann. Es ist daher besser, dasselbe in einem noch etwas feuchten Zustand in einem Porcellantiegel mit dem Filtrum zu behandeln. Man muſs es in demselben sehr lange bei sehr gelinder Wärme beim Zutritt der Luft erhitzen, damit bei möglichst niedriger Temperatur Schwefel fortgeht. Erhitzt man im Anfange sehr stark, so entweicht, besonders beim starken Zutritt der Luft, ein weiſser Rauch von Zinnoxyd. Das höchste Schwefelzinn hat nämlich die Eigenschaft, bei gewissen Temperaturen etwas sublimirbar zu seyn; beim Zutritt der Luft oxydiren sich die Dämpfe und bilden Zinnoxyd. Es entsteht daher bekanntlich auch ein weiſser Beschlag von Zinn-

Digitized by Google

oxyd auf Kohle, wenn man Schwefelzinn durch das Löthrohr auf derselben erhitzt. Das stärkere Erhitzen darf daher erst stattfinden, wenn durch das geringere Erhitzen kein bedeutender Geruch nach schweflichter Säure mehr wahrzunehmen ist. Nach dem starken Glühen legt man noch ein Stückchen von kohlensaurem Ammoniak in den Tiegel, und erhitzt nach Verflüchtigung desselben stark beim Zutritt der Luft, um alle gebildete Schwefelsäure zu vertreiben. Man wird dadurch noch eine kleine Gewichtsverminderung erhalten.

Das erhaltene Zinnoxyd sieht niemals recht weiſs aus. Auch das durch Schwefelwasserstoffgas gefällte Schwefelzinn hat keine rein gelbe Farbe. Es scheint dieſs von dem Schmelzen der Metalloxyde mit Natronhydrat im Silbertiegel herzurühren, wodurch Spuren von Silberoxyd von der alkalischen Auflösung aufgenommen werden.

Die erhaltenen Resultate erreichen nicht den höchsten Grad der Genauigkeit. Obgleich das zinnsaure Natron, welches einen Ueberschuſs von Natronhydrat enthält, sich durch Kochen nicht trübt, wie Frémy angiebt [1]), und man sogar die Auflösung soweit abdampfen kann, daſs sich Krystalle abscheiden, die sich im hinzugesetzten Wasser ganz auflösen, so enthält das antimonsaure Natron eine sehr geringe Menge von Zinnoxyd. Wenn man daher aus der sauren Auflösung des antimonsauren Natrons durch Schwefelwasserstoffgas das Schwefelmetall fällt, so enthält dasselbe eine geringe Menge von Schwefelzinn, welches bei der Temperatur, bei welcher Schwefelantimon durch Wasserstoffgas reducirt wird, seinen Schwefel nicht vollständig verlieren kann. Daher erhält man einen etwas geringeren Gehalt an Zinn, einen gröſseren an Antimon und einen kleinen Ueberschuſs bei der Analyse.

1) Journ. für pract. Chemie, Bd. 34, S. 282.

XI.

Digitized by Google

XI. *Ueber die Zusammensetzung des Condurrits; von C. Rammelsbeg.*

Der auf der Condurragrube, bei Cambon in Wales, vorkommende Condurrit, ein amorphes Mineral, sollte, nach Faraday [1]), aus

Kupferoxyd	60,498
Arsenige Säure	25,944
Wasser	8,987
Schwefel	3,064
Arsenik	1,507
	100

bestehen, was auf ein arsenigsaures Kupferoxyd $\dot{Cu}^{6}\dddot{As}+4\dot{H}$, hinzudeuten schien, obwohl ich schon vor längerer Zeit die Vermuthung aussprach, das Mineral möchte ein Zersetzungsproduct seyn [2]).

Ich habe vor Kurzem Gelegenheit gehabt die Zusammensetzung des Condurrits näher zu untersuchen, wonach jene Angaben Faraday's nicht richtig seyn können.

Der Condurrit giebt im Kolben Wasser und arsenige Säure, und nimmt dabei an der Oberfläche eine silberweiſse, in's Bläuliche fallende Farbe an.

Auf Kohle vor dem Löthrohr entwickelt er Arsenikdämpfe, welche die Kohle mit arseniger Säure weiſs beschlagen, schmilzt zu einer Kugel, welche beim Abkühlen stark spratzt, aufschwillt und zerberstet. Nach öfterer Behandlung mit Soda und Borax bleibt ein Kupferkorn.

Kocht man gepulverten Condurrit mit Wasser, so zieht dieses arsenige Säure aus, während das Pulver seine Farbe nicht ändert.

1) *Phil. Mag.* 1827. *p.* 286.

2) Handwörterbuch, S. 172.

Chlorwasserstoffsäure löst beim Kochen einen Theil des Condurrits auf; die Auflösung ist schwach gelblich gefärbt, und wird beim Stehen grün. Sie enthält arsenige Säure und Kupferoxydul, denn sie wird vom Wasser gefällt, und Kali erzeugt einen gelben Niederschlag. Das niederfallende Kupferchlorür ist frei von Arsenik. Der in der Säure unauflösliche Theil des Condurrits, welcher noch die ursprüngliche Farbe besitzt, ist in Salpetersäure oder Königswasser mit blaugrüner Farbe und unter Entwicklung von salpetriger Säure auflöslich. Diese Auflösung enthält Kupferoxyd, eine Spur Eisenoxyd, viel Arseniksäure und etwas Schwefelsäure. Es bleibt nur ein geringer, aus Eisenoxyd und Kieselsäure bestehender Rückstand.

Digerirt man gepulverten Condurrit mit *Kalilauge*, so löst sich arsenige Säure auf. Der theils braune, theils schwarze Rückstand tritt an verdünnte Chlorwasserstoffsäure Kupferoxydul ab, doch löst sich auch etwas Arsenik auf. Der Rest, welcher die schwarze Farbe des Pulvers besitzt, enthält dann noch Kupfer und Arsenik.

I. 1,424, in einer kleinen Retorte mit der Vorsicht erhitzt, daſs keine arsenige Säure fortgehen konnte, verloren 0,083 = 5,83 Proc. Wasser.

II. 1,026, mit Königswasser behandelt, gaben 0,164 schwefelsauren Baryt = 0,02263 = 2,2 Proc. Schwefel.

III. Die Analyse des Minerals als Ganzes gab:

	a.	*b.*	*c.*
Kupfer	70,51	70,02	68,12
Eisen	0,66		
Arsenik	18,70	17,84	16,70
Unlöslicher Rückstand		1,07	0,70.

IV. Eine Portion wurde mit Chlorwasserstoffsäure zerlegt und beide Theile für sich untersucht. Das Resultat, mit Benutzung der Schwefel- und Wasserbestimmung in I. und II, gab:

Digitized by Google

Wasser	5,83		
Kupferoxydul	62,29	= 55,30 Cu	71,82 in ClH auflöslich.
Arsenige Säure	3,70		
Kupfer	12,81		
Arsenik	13,89		
Schwefel	2,20		
Rückstand	0,70		
	101,42.		

Der unauflösliche Theil besteht folglich aus Schwefelkupfer und Arsenikkupfer. Da 2,2 Schwefel 8,65 Kupfer erfordern, um Sulfuret $\acute{C}u$ zu bilden, so enthält er mithin:

Schwefelkupfer	10,85
Kupfer	4,16
Arsenik	13,89

und wenn, wie dieſs wahrscheinlich ist [1]), letztere sich in chemischer Verbindung befinden, so besteht eine solche aus:

Kupfer	23,04
Arsenik	76,96
	100.

Dieſs entspricht einem Arsenikkupfer $= Cu As^3$, welches enthalten müſste:

Kupfer	21,91
Arsenik	78,09
	100

und von dem von **Domeyko** untersuchten aus Chile sehr verschieden wäre.

Der Condurrit ist folglich ein Gemenge von arseniger Säure, Rothkupfererz [2]), Kupferglanz und Arsenikkupfer, und ist wahrscheinlich aus der Oxydation des letzteren hervorgegangen.

1) Mit dem Condurrit kommt, nach Faraday und Phillips, Arsenikkupfer vor.

2) Mit dem er auch überzogen und durchwachsen ist.

20 *

Als meine Versuche beendigt waren, ersah ich, daſs auch Hr. v. Kobell sich mit dem Condurrit beschäftigt hatte [1]). Seine Angaben stimmen mit den meinigen gröſstentheils überein. Für den in Chlorwasserstoffsäure auflöslichen Theil fand er:

Arsenige Säure	8,03
Kupferoxydul	79,00
Eisenoxyd	3,47
Wasser	9,50
	100.

Dagegen führt er an, der Rückstand bestehe aus fein zertheiltem Arsenik und etwas Schwefelkupfer, welche, mit Rothkupfererz und arseniger Säure gemengt, den Condurrit bilden. Obwohl nun die Mischung eines solchen Minerals nicht constant seyn wird, so möchte doch, wie ich glaube, eine Bestimmung des Schwefelgehalts gezeigt haben, daſs neben einer beträchtlichen Menge Schwefelkupfer auch Arsenikkupfer vorhanden seyn muſs.

XII. *Meteorologische Beobachtungen; von F. W. Kölbing in Gnadenfeld.*

(Nachtrag zu Annalen, Bd. 62, S. 373 ff.)

Zu den a. a. O. mitgetheilten meteorologischen Beobachtungen noch einige Ergänzungen zu liefern, sehe ich mich um so mehr veranlaſst, da der berühmte Entdecker des Drehungsgesetzes des Windes diese früheren seiner Beachtung werth gehalten hat [2]). Ich sprach es dort schon aus, daſs die damals gezogenen Wahrscheinlichkeitsschlüsse ge-

1) Journal für pract. Chemie, Bd. 39, S. 204.

2) Siehe Annalen, Bd. 67, S. 310. Nur der Name ist daselbst und S. 317 verdruckt; statt Kolbe lies: Kölbing.

Digitized by Google

wiſs noch mancher Berichtigung bedürfen würden (S. 376); und besonders in dieser Hinsicht habe ich abermals die von mir notirten Witterungstabellen von den Jahren 1844 und 1845 (welche aber Lücken von mehreren Monaten enthalten) durchgesehen, und gebe im Folgenden, mit Bezugnahme auf den angeführten früheren Aufsatz und auf seine Paragraphen verweisend, über die Hauptpunkte desselben die Resultate.

§. 1. *Die regelmäſsige Drehung des Windes.* Vollständige, sicher beobachtete Drehungen des Windes von SW. über W. N. nach NO., und von da über O. S. nach SW. zurück, ohne bedeutende Rücksprünge dazwischen, kamen 21 Mal vor; zwei vollendeten sich in 16 Stunden, jedesmal mit Gewitterbildung, vier in 2 Tagen, zwei in 3 Tagen, vier in 4 Tagen, drei in 5 Tagen, eine in 6 Tagen, eine in 7 Tagen, drei in 8 Tagen, eine in 11 Tagen. Nach den von Dove aufs Neue mitgetheilten Beweisen (Annalen, Bd. 67, S. 307 ff.) bedarf es eigentlich keiner Bestätigung mehr für dieses Gesetz. — Eine vollständige rückwärtsgehende Umdrehung des Windes habe ich auch in diesen zwei Jahren nicht wahrgenommen, und rückläufige Bewegungen von 180° oder halbe Wirbel von der entgegengesetzten Seite (Bd. 67, S. 298) nur fünf: eine von NO. über N. W. nach SW.; vier Mal kehrte der Wind von SW. über S. O. nach N. zurück, und beschrieb dann wieder den Weg rechtläufig über O. S. nach SW., in $1\frac{1}{2}$ Tag, in 5 Tagen, in 12 Tagen und in 21 Tagen.

§. 2. *Regelmäſsige Drehung des Windes auf der Westseite,* oder Drehungen von SW. nach NW. bis N. Der Gang des *Barometers* verhielt sich dabei so:

	Beobachtet.	Berechnet auf 100.
Mit vorher fallendem Barometer	35	63,64
- - stillstehendem -	5	9,09
- - steigendem -	15	27,27
	55 Fälle.	100,00.

Vom Steigen des Barometers bei SW. sind auſser den

Digitized by Google

obigen 15 noch 8 Beispiele angemerkt; 4 Mal erfolgte darauf Drehung nach S., 4 Mal blieb SW. herrschend; oder auf Steigen des Barometers bei SW.

	beobachtet.	berechnet.	
folgt NW. in	15	65,22	Fällen;
- S. -	4	17,39	-
bleibt SW. -	4	17,39	-
	23.	100,00.	

Wir bemerken hier, daſs auf die entgegengesetzten Bewegungen des Barometers dasselbe Resultat folgt, und Fallen und Steigen desselben bei SW. eine Drehung des Windes nach NW. wahrscheinlich machen kann, nur daſs das Fallen des Barometers auch bei anhaltendem SW. so regelmäſsig geschieht, daſs dadurch diese Anzeige sehr viel von ihrem Werth verliert. Die Erklärung der angeführten Erscheinung läſst sich aber wohl so aussprechen: Das bei SW. immer tiefer fallende Barometer zeigt an, wie der Südstrom durch immer weitere Ausbreitung an Stärke verliert; er wird also auch durch einen einbrechenden Nordstrom desto leichter verdrängt werden können. Im anderen Fall, wenn das Barometer bei SW. steigt, staut sich entweder der Südstrom an dem bereits nahe gekommenen Nordstrom auf, oder der Nordstrom ist bereits in den oberen Luftschichten eingetreten, wie man dieses auch zuweilen am Wolkenzug wahrnehmen kann. Ich sah 8 Mal bei herrschendem SW. die Drehung nach NW. durch einen Wetterbaum aus W. oder NW. angekündigt; in vier anderen Fällen blieb ein solcher Wetterbaum ohne Bedeutung, oder vielmehr, es gelang hier dem bereits oben vorhandenen Nordstrom nicht, den Südstrom zu verdrängen. — Nach eingetretener Drehung der Fahne ging das Barometer in den meisten Fällen sogleich in die Höhe.

Die Erscheinungen des *Wetters* (vergl. §. 8) gestalteten sich in den einzelnen Beispielen also:

Digitized by Google

		Beobachtet.	Berechnet.
Vorher trübe,	nachher trübe	37	67,27
- heiter,	- -	11	20,00
- trübe,	- heiter	2	3,64
- heiter,	- -	5	9,09
		55.	100,00.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, in 48 von 55 oder 67 von 100, brachte also das Eintreten des nördlichen Stroms Trübung (und Regen oder Schnee), und unter diesen wieder hatte der durch den andringenden Nordstrom bewirkte Niederschlag meistentheils schon vor der Drehung der Windfahne in den unteren Luftschichten begonnen. Die zwei Fälle, in denen Drehung nach NW. Aufheiterung brachte, sind eine seltene Ausnahme; der Wind kehrte in beiden schnell nach SW. zurück. Die letzten 5 Fälle gehören zu der §. 14 besprochenen Erscheinung eines bei jedem Windwechsel constanten schönen Wetters.

§. 3. Bei der *Drehung des Windes von NO. oder O. nach S. und SW.* ist in 20 Fällen der Gang des Barometers so gewesen:

		Beobachtet.	Berechnet.
Barometer vorher	fallend	6	30
- -	stillstehend	3	15
- -	steigend	11	55
		20.	100.

Es hat also in der Mehrzahl der Fälle den Wechsel des Windes *nicht* angezeigt.

		Beobachtet.	Berechnet.
Barometer nachher	fallend	14	70
- -	stillstehend	1	5
- -	steigend	5	25
		20.	100.

Die überwiegende Mehrzahl der Fälle nach der Dove'schen Regel.

Das Ansehen des Himmels bei diesem Gang des Windes stellte sich so dar:

				Beobachtet.	Berechnet.
Vorher	trübe,	nachher	trübe	3	15
-	heiter,	-	-	5	25
-	bewölkt	-	heiter	4	20
-	heiter	-	-	8	40
				20.	100.

Die aufheiternde Wirkung des südlichen Stroms, auf welche ich schon früher aufmerksam machte (s. §. 13, S. 387, in der vorigen Abhandlung), ist auch hier wieder zu bemerken, da die Fälle des schon vor der Drehung heiteren Himmels groſsentheils auch dazu gehören werden; aber auch die Niederschläge durch den eintretenden südlichen Strom sind dieſsmal nicht so selten gewesen wie in der früheren Beobachtungsreihe.

§. 4, 2. Daſs die *Rücksprünge des Windes auf der Westseite* von N. oder NW. nach SW. oder S. zu den sehr gewöhnlichen Wettererscheinungen gehören, hat sich auch dieſsmal wieder bestätigt. Sie zerfallen, genauer besehen, in zwei Klassen. Entweder herrscht der nördliche Strom, und der südliche macht nur eine kurze, aber vergebliche Anstrengung ihn zu verdrängen; dann kehrt der Wind bald wieder nach N. zurück. Oder es herrscht der südliche Strom; der Wind hat nur eine kurz dauernde Bewegung nach NW. gemacht, von der er bald wieder nach S. zurückkehrt; nur daſs es bisweilen schwer zu sagen ist, wohin man einen solchen Rücksprung rechnen soll, wenn keine Windesrichtung länger dauert. Von 30 aufgezeichneten Beispielen gehören 11 der ersten, 8 der zweiten Klasse an, 11 sind unentschieden. Das Barometer kündigt in den meisten Fällen den Rücksprung nicht an, fällt aber nach eingetretenem S.

Digitized by Google

	Beobachtet.	Berechnet.
Barometer vorher steigend	24	80
- - stillstehend	1	3,33
- - fallend	5	16,67
	30.	100,00.

	Beobachtet.	Berechnet.
Barometer nachher fallend	23	76,67
- - stillstehend	1	3,33
- - steigend	6	20,00
	30.	100,00.

Die Wettererscheinungen dabei waren folgende:

	Beobachtet.	Berechnet.
Vorher trübe, nachher heiter	11	36,67
- heiter, - -	9	30,00
- heiter, - trübe	2	6,66
- trübe - -	8	26,67
	30.	100,00.

Die aufheiternde Wirkung des Südstroms zeigt sich in der Mehrzahl der Fälle; eintretende Trübung fast gar nicht, aber in 8 Fällen unter 30 vermochte der Südwind nicht die schon vorhandene Wolkendecke aufzulösen.

§. 11 und 13. *Zahl der heiteren und trüben* (inclusive *Regen-) Tage bei den einzelnen Winden.* Die Jahre 1844 und 1845 waren wohl fast in ganz Europa durch ungewöhnlich viel nasses Wetter ausgezeichnet; die längste von mir beobachtete Periode heiteren Wetters war vom 31. Mai bis 19. Juni 1844, 20 Tage, in welcher NO. N. NNW. SW. mit mehrerem Wechsel, der nur geringe Niederschläge brachte, herrschte. Um den Charakter der verschiedenen Winde in Beziehung auf die bei ihnen herrschende Ansicht des Himmels und die eingetretenen Niederschläge zu beurtheilen, habe ich nur solche Tage (in gewöhnlichem Sinn, von Morgen bis Abend) zusammengezählt, in denen der Wind sich nicht über 90° veränderte, und finde daraus folgendes Resultat:

Digitized by Google

	Beobachtet: heitere	trübe	zusammen	Berechnet: heitere	trübe	zusammen
bei NW. od. N., Tage	34	89	123	20,24	54,94	37,27
bei NO. od. O., -	19	27	46	11,31	16,67	13,94
bei SO. od. S. -	47	11	58	27,98	6,79	17,58
bei SW. od. W. -	68	35	103	40,47	21,60	31,21
	168	162	330	100,00	100,00	100,00

Oder es sind unter 100 Tagen:

	heitere	trübe
bei NW. oder N.	27,64	72,36
bei NO. oder O.	41,32	58,68
bei SO. oder S.	80,34	19,66
bei SW. oder W.	66,01	33,99.

Die Dauer des einmal vorhandenen Wetters bei demselben Wind, wenn sie 1 Tag überstieg, war so: Das heitere Wetter hielt an bei NW. oder N. drei Mal 2 Tage, zwei Mal 3 Tage; das trübe Wetter elf Mal 2 Tage, fünf Mal 3 Tage, ein Mal 4 Tage, ein Mal 6 Tage. — Bei NO. oder O. hielt das heitere Wetter an ein Mal 2 Tage, ein Mal 4 Tage; das trübe vier Mal 2 Tage, drei Mal 3 Tage. — Bei SO. oder S. hielt das heitere Wetter an vier Mal 2 Tage, ein Mal 3 Tage, ein Mal 4 Tage, zwei Mal 5 Tage, ein Mal 8 Tage. — Bei SW. oder S. hielt das heitere Wetter an zwölf Mal 2 Tage, sieben Mal 3 Tage, ein Mal 5 Tage; das trübe Wetter vier Mal 2 Tage, ein Mal 6 Tage.

Das Eigenthümliche der Witterung in diesen beiden nassen Jahren ergiebt sich aus dieser Zusammenstellung zur Genüge. Die Summe der hier gezählten Tage ist 330, etwa die Hälfte aller beobachteten; in der anderen Hälfte hat sich innerhalb eines Tages der Wind über 90° gedreht und dadurch sehr oft Niederschläge hervorgebracht. In der gezählten Hälfte gehören dem NW. oder N. mehr Tage an als jedem anderen Winde, und etwas über die Hälfte aller trüben Tage. Selbst bei dem sonst trocknen NO., der nur

Digitized by Google

selten war, sind mehr als die Hälfte seiner Tage trübe gewesen. Der heiterste, aber auch nicht sehr häufige Wind war der SO. und S., dessen heitere Tage zu seinen trüben sich wie 4 : 1 verhalten. Die meisten heiteren und warmen Tage verdanken wir aber wiederum, wie im Jahre 1843, dem SW. nämlich 40 Proc., wiewohl dieſsmal nur 66 Proc. seiner Tage heiter waren, und eine Regenperiode von 6 Tagen einen *Niederschlag des Stroms* deutlich bezeichnet. Und da die meisten trüben Tage des SW. nur *einen* Tag dauerten und sich der Wind oft den nächsten Tag nach N. drehte, so müssen von der hier bemerkten Zahl noch gar manche auf Rechnung eines einbrechenden Nordstroms gesetzt werden. Aber als der eigentliche Wind des schlechten, d. i. naſskalten Wetters, hat sich auch dieſsmal der NW. — N. bewährt, dessen trübe Tage von der Gesammtzahl seiner Tage 72 Proc. betragen. (In trocknen Jahren, wie in dem jetzt laufenden 1846, wird sich das Verhältniſs allerdings anders stellen; die Mittel vieler Jahre verdecken auch hier wieder manche eigenthümliche Erscheinungen.) Die Erklärung dieser Erscheinung liegt auch nicht fern. Wenn wir den Wind sich von SW. nach NW. drehen sehen und ein Niederschlag des Wasserdampfs erfolgt, geschieht die Vermischung beider Ströme in *horizontaler* Richtung; so wie man aber oft, während unten der nördliche Strom herrscht, an dem Wolkenzug in der Höhe den aufheiternden Südstrom bemerkt, so wird auch wahrscheinlich bei dem anhaltend schlechten Wetter des NW. oder N. der Südstrom in *verticaler* Richtung sich mit dem kälteren Wind vermischen, und weil er nicht Kraft genug hat, ihn zu verdrängen, ihn nur mit dem Wasser versorgen, welches uns die Regengüsse des Nordstroms herunterschütten.

Digitized by Google

XIII. *Das Bohrloch bei Neusalzwerk.*

[Entnommen aus der von C. v. Oeynhausen abgefaſsten Einleitung zu der Schrift: *Das Königl. Soolbad bei Neusalzwerk unweit Preuſsisch Minden* u. s. w., von Dr. F. W. v. Moeller. (Berlin 1847.)]

Das Bohrloch bei Neusalzwerk, welches vor etwa zwei Jahren zur Anlage eines bereits in groſsem Rufe stehenden Soolbades Gelegenheit gegeben hat, ist 217,17 Par. Fuſs über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels angesetzt, und hat zur Zeit eine Tiefe von 2219$\frac{1}{8}$ rheinl. Fuſs erreicht, ist mithin 1994 rheinl. oder 1926,56 Par. Fuſs unter das Niveau des Meeres gelangt, wahrscheinlich die gröſste Tiefe, zu welcher bis jetzt unter den Meeresspiegel eingedrungen worden ist (A. v. Humboldt, Kosmos, Bd. 1, S. 416) [1]). Ueber

1) Die absolut tiefsten Arbeiten, — sagt der berühmte Verfasser des *Kosmos* a. a. O. — welche die Menschen unternommen haben, sind meistens in so hohen Gebirgsebenen oder so hohem Thalboden angesetzt worden, daſs dieselben entweder gar nicht das Niveau des Meeres erreicht haben oder zu einer sehr geringen Tiefe unter dieses Niveau gelangt sind. So hatte einst der jetzt unfahrbare *Eselsschacht* zu *Kuttenberg* in Böhmen die ungeheure absolute Tiefe von 3545 Fuſs (F. A. Schmidt, Berggesetze der östr. Monarch., Abth. 1, Bd. 1, S. 32). Auch zu St. Daniel und beim Geist am Rörerbühel (Landgericht Kitzbühl) waren im 16ten Jahrhundert die Baue 2916 Fuſs tief. — Die absoluten Tiefen der Bergwerke im sächsischen Erzgebirge bei Freiberg sind im *Thurmhofer Zuge* 1824 Fuſs, im *Hohenbirker Zuge* 1714 Fuſs; die relativen Tiefen erreichen nur 626 und 260 Fuſs, wenn man, um die Höhe der Hängebänke jedes Schachts über dem Meere zu finden, die Höhe von *Freiberg*, nach Reich's neuer Bestimmung, zu 1191 Fuſs annimmt. Die absolute Tiefe der auch durch Reichthum berufenen Grubenbaue zu *Joachimsthal* in Böhmen (Verkreuzung der Jung Häuer Zechen- und Andreasganges) hat volle 1989 Fuſs erreicht, so daſs, wenn die Hängebank, nach Hrn. v. Dechen's Messungen, ungefähr 2250 Fuſs über dem Meere liegt, die Grubenbaue dort noch nicht einmal den Meeresspiegel erreicht haben. Am *Harz* wird auf der Grube *Samson* zu Andreasberg in 2062 Fuſs absoluter Tiefe gebaut. In dem ehemals spanischen Amerika kenne ich keine tiefere Grube als die *Valenciana* bei *Guanaxuato* (Mexico), wo ich die absolute Tiefe der *Planes de San Bernardo* 1582 Fuſs gefunden habe. Es fehlen aber den *Planes* noch 5592 Fuſs, um den Meeresspiegel zu erreichen. (*P.*)

Digitized by Google

die Resultate dieser Bohrarbeit sind in diesen Annalen, Bd. 48, S. 382, Bd. 53, S. 408 und Bd. 59, S. 495, so wie in G. Bischof's *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*, Bd. 1, S. 155, bereits einige Mittheilungen gemacht, auf welche Bezug nehmend und ergänzend Nachstehendes hier zu bemerken ist.

Unter 15 Fuſs Dammerde, Lehm und Geschieben wurden zunächst Liasschiefer angetroffen und mehre hundert Fuſs darin gebohrt; dann wurde die Keuperformation vollständig durchbohrt, und gegenwärtig ist das Bohrloch bereits mehre hundert Fuſs tief in den Muschelkalk eingedrungen; aber weder die Gränze zwischen Keuper und Lias, noch die des Muschelkalks lieſs sich aus dem Bohrmehl bestimmen. Man kann annehmen, daſs etwa von 500 bis 1700 Fuſs in Keuper gebohrt, und diese Formation wenigstens 1200 Fuſs rheinl. mächtig durchteuft worden ist. Wenn mit 1700 Fuſs der Muschelkalk begonnen hat, was nach der Beschaffenheit des Bohrlochs wahrscheinlich ist, so steht nun bereits das Bohrloch 520 Fuſs tief im Muschelkalk, dessen Mächtigkeit bis auf die in oder unter ihm befindliche Gypseinlagerung, welche die wahrscheinliche Lagerstätte des Steinsalzes bildet, zu wenigstens 800 Fuſs anzunehmen ist.

Mit 206 Fuſs Tiefe wurden die ersten bis zu Tage steigenden Wässer erbohrt; es waren süſse Wässer, die jedoch nur in geringer Menge, etwa 0,25 Kubikfuſs pro Minute abflossen. Bei 574 Fuſs stellte sich $1\frac{5}{8}$ procentige Soole ein; dieselbe enthielt jedoch nur wenig Kochsalz, und lieferte pro Minute 0,66 Kubikfuſs. Von da ab vermehrten sich mit der Tiefe die Quantität des Ausfluſses, die Temperatur und der Gehalt desselben, wie nachstehende Tafel nachweist.

Digitized by Google

Tiefe d. Bohrlochs. Rheinl. Fuſs.	Ausfluſs pro Minute. Kubikfuſs.	Temperatur der Soole.	Salzgehalt. Procent.	Tiefe d. Bohrlochs. Rheinl. Fuſs.	Ausfluſs pro Minute. Kubikfuſs.	Temperatur der Soole.	Salzgehalt. Procent.
600	0,67	12°,5 R.	$1\frac{5}{8}$	1418	6	18° R.	$2\frac{1}{4}$
654	1,00	13 ,0	$2\frac{1}{2}$	1464	5,5	18	
692	1,18	14 ,0	$2\frac{1}{2}$	1478	4,7	18	
775	1,5	15 ,5	$2\frac{1}{2}$	1494	5,75	18	
793	1,36	15 ,75	$2\frac{1}{2}$	1525	6,0	18	
820	1,25	14 ,25	$2\frac{1}{2}$	1575	6,5	18	
848	0,95	14 ,5		1586	6	19 ,5	$3\frac{3}{4}$
923	0,78	15 ,0		1595	8,6	20	$4\frac{1}{2}$
960	1,14	15 ,0	$1\frac{1}{2}$	1615	10	20 ,5	
975	1,05	14 ,75		1633	10	21	5
1004	0,9	15 ,0	$1\frac{3}{4}$	1640	10	21	
1033	2,14	16 ,5	1	1664	15	22	5
1039	4,6	17 ,0		1690	18	22	
1045	4,6	18 ,0	$\frac{7}{8}$	1713	20	22	
1100	4,6	18 ,0		1763	20	22 ,5	5
1111	6,0	17 ,75		1783	20	23	5
1178	5,0	17 ,75		1897	25,8	23 ,5	5
1182	4,6	18 ,0		1951	45	25	4
1225	5,0	18 ,0	$\frac{7}{8}$	1981	45	25	4
1298	7,5	18 ,0	$\frac{7}{8}$	2020	45	25	4
1343	7,5	18 ,0		2160	60	26 ,2	$4\frac{1}{2}$
1382	6,7	18 ,0		2219	54	26 ,5	$4\frac{1}{2}$

Die mittlere Bodentemperatur bei Neusalzwerk zu 8° R. angenommen [1]), beträgt die Wärmezunahme in dem 2219,4 rheinl. Fuſs (2144,27 Par. F.) tiefen Bohrloch 18°,5 R., oder 1° R. auf 120 rheinl. Fuſs = 115,9 Par. Fuſs, übereinstimmend mit anderen Beobachtungen. Für 1° R. Temperaturzunahme ergeben nämlich die Bohrversuche zu

Pregny bei Genf	114,8	Par. F.
Rüdersdorf, in Cornwall, am Ural etc.	115	- -
Grenelle bei Paris	117-118	- -
Mondorf (2066 Fuſs tief) [2])	113,9	- -

1) Im October 1844 fand sich die Temperatur des Bodens in 3 Fuſs Tiefe = 7°$\frac{3}{4}$ R.; die arme Soolquelle des benachbarten Bülowbrunnens, der noch eine Therme ist, hat im Mittel 8°,25 R. Die mittlere Bodentemperatur von Neusalzwerk wird zwischen beide Angaben fallen.

2) Annalen, Bd. 67, S. 144. — Am 30. Sept. 1845 hatte das Bohrloch zu Mondorf (einem Dorfe im Luxemburgischen, hart an der französi-

Digitized by Google

Die Soole des Neusalzwerker Bohrlochs zeigt, was ihre festen Bestandtheile betrifft, eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Meerwasser. Nach der von G. Bischof angestellten Analyse enthalten nämlich 10000 Theile der $4\frac{1}{2}$ procentigen Soole, verglichen mit dem Wasser des Mittelländischen Meeres:

	Soole.	Meereswasser
Kochsalz	333,850	251
Chlormagnesium	10,783	52,5
Schwefels. Kali	0,471	
Schwefels. Kalk	29,947	1,5
Schwefels. Magnesia	26,038	62,5
Kohlens. Kalk	8,686	1,5 (Kohlens. Kalk und Kohlens. Magnesia zusammen)
Kohlens. Magnesia	5,021	
Kohlens. Eisenoxydul	0,668	
Kohlens. Manganoxydul	0,014	
Kieselsäure	0,466	
	415,944	369.

Von *Jod* hat sich noch keine Spur gefunden; dagegen ist die Soole so reich an *Brom* wie wenig andere, doch ist dasselbe noch nicht quantitativ bestimmt [1]).

Schon in einer Tiefe von 1567 Fuſs trat in dem Bohrloch merkbare Entwicklung von Kohlensäure ein, und verstärkte sich bis 1664 Fuſs dergestalt, daſs die Soole wie ein weiſser siedender Schaum hervorquillt. Seitdem scheint sich die Quantität derselben nicht merklich vermehrt zu haben; ihr Auftreten steht offenbar mit der Erreichung des Muschelkalks in genauem Zusammenhang. Nach G. Bischof's Messungen (dess. Werk, S. 276) entweichen aus dem Bohrloch in der Minute 3 Kubikfuſs Gas, bestehend aus 2,82 Kbkf. reiner Kohlensäure und 0,18 Kbkf. frem-

schen Gränze) die Tiefe von 700 Meter (2154,9 Par. F.) erreicht. (*Ann. de Mines*, 1845, *T. VIII*, *p.* 75.) *P.*

1) Der Bülowbrunnen besitzt einen bedeutenden Gehalt an Brom, der auch in der chemischen Fabrik zu Neusalzwerk zur Darstellung dieses Stoffes benutzt wird.

der Gase, vielleicht atmosphärischer Luft, vielleicht Schwefelwasserstoffgas, das sich auch bisweilen durch den Geruch zu erkennen giebt.

Bei einem Soolabfluſs von 60 Kubikfuſs pro Minute liefert das Bohrloch jährlich an Kochsalz $72\frac{1}{2}$ Millionen Pfund oder einen Würfel von $80\frac{1}{2}$ rheinl. Fuſs in Seite, und an Gas 1 576 800 Kubikfuſs bei 28″ 7‴,25 Barometerstand und 26°,2 R. Zu dieser Gasmenge ist noch nicht die Kohlensäure gerechnet, die von der Soole gelöst oder gebunden zu Carbonaten zurückgehalten wird, und 0,75 Kubikfuſs für jeden Kubikfuſs Soole beträgt. Diese würde im Jahre 22 768 992 Kubikfuſs betragen, so daſs einschlieſslich des frei ausströmenden Gases das Bohrloch im Jahre 24 248 976 Kubikfuſs oder 27 975 Centner Kohlensäure liefert.

XIV. *Neuer Satellit der Erde?*

Am 21. März 1846 gegen 6^h 45′ Abends war an mehren Punkten der Departements Haute-Garonne und Ariége eine sehr helle, an scheinbarer Gröſse dem Vollmond gleiche Feuerkugel mit weiſslichem Schweife sichtbar, die sich durch einen sehr langsamen Gang auszeichnete und ohne Knall in 7° bis 8° Höhe hinter Gewölk verschwand. Nach Beobachtungen, die in Toulouse und Artenac gemacht wurden, hat Hr. Petit die Bahn des Meteors berechnet, und hält sich dadurch befugt [1]), dasselbe für einen Satelliten der Erde erklären zu dürfen. Die Elemente sind nach ihm folgende: Excentricität =0,3600706; halbe groſse Axe =9 946 319 Met.; Abstand des Perigeums 6 364 941 Met.; Neigung des Aequators =54° 44′ 58″; Rectascens. des aufsteigenden Knoten auf dem Aequator =133° 36′ 3″; Zeit im Perig. am 21. März $=6^h$ 40′ 50″ mittl. Par. Zeit vom Mittag gerechnet; Länge des Perig. in der Bahn, vom aufsteigenden Knoten =310° 6′ 39″; Geocentz Beweg. in Rectascension *rückläufig;* Umlaufszeit $=0^t$,1145685. (*Compt. rend., XXIII*, 704.)

1) Obwohl der Luftwiderstand nicht berücksichtigt ward.

1847. ANNALEN *No.* 7.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXXI.

I. *Ueber das Schillern von Krystallflächen; von Wilh. Haidinger.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den naturwiſsenschaftl. Abhandl. d. Freunde d. Naturwiss. in Wien.) [1])

Wenn man vollkommen homogen erscheinende Körper mit glatten ebenen Flächen versieht, so daſs sie als Spiegel auf die Zurückstrahlung des Lichtes wirken können, so zeigen sie nach der Vollkommenheit dieser Flächen verschiedene Grade des *Glanzes*. Aber auch ihre *Farben* sind verschieden.

Bekanntlich wird das Licht durch die Zurückstrahlung von spiegelnden Flächen polarisirt, und zwar erhält man von Glas und ähnlichen Körpern, von lackirten Flächen, von Krystallen mancherlei Art und unter dem nach der Brechkraft der Körper verschiedenen *Polarisationswinkel*, vollständig polarisirtes Licht. — Das Nicol'sche Prisma, Arago's Polariskop, die achromatisirten Kalkspathprismen und ähnliche Vorrichtungen sind ganz geeignet zu untersuchen, wie viel von dem Lichte durch die Zurückwerfung in der Einfallsebene polarisirt worden ist, und wie viel der Polarisation entging. Sehr brauchbar ist unter andern zu diesem Zwecke die dichroskopische Lupe, eine Combination einer gewöhnlichen Lupe mit einer Theilungsgestalt von Kalkspath, um die zwei entgegengesetzt polarisirten Bilder hervorzubringen [2]). Hält man die zwei Bilder der Blendung so, daſs eins über dem andern liegt, und zwar

1) Eine vorläufige Nachricht von dieser Arbeit findet sich schon in den Ann. Bd. 70, S. 574. *P.*

2) Beschrieben in einer frühern Abhandlung über den Pleochroismus der Krystalle. Abh. der K. böhm. Gesellsch. d. Wissenschaften. I. Folge. Bd. 3. Poggendorff's Ann. Bd. 65, S. 1.

Digitized by Google

das *ordinäre* zu oberst, so ist man genau zur Beurtheilung der Erscheinungen orientirt.

Man bemerkt leicht die gelben Polarisationsbüschel in den beiden Bildern. Ist der Büschel in dem obern Bilde vertical, dann ist die Stellung die richtige.

Betrachtet man nun die Zurückwerfung gewöhnlichen zerstreuten Lichtes, z. B. das helle Grau der Wolken, von einer vollkommen geschliffenen Glasfläche, so geht alles zurückgeworfene Licht durch das obere Bild *E*, während das untere *O* glanzlos erscheint. Ersteres ist nämlich der ordinäre, letzteres der extraordinäre Strahl des Kalkspaths. Das untere Bild ist schwarz, wenn man entweder schwarzes Glas genommen, oder sonst dafür gesorgt hat, daſs kein fremdes Licht aus dem Innern des durchsichtigen Glases in's Auge gelangt. Alles unter dem Polarisationswinkel.

Ist das Glas durchsichtig und farbig oder undurchsichtig von Brewster's *weiſser Undurchsichtigkeit*, aber zugleich farbig, so erscheint das obere Bild hell, das untere matt und zugleich farbig. Nimmt man die Quelle des Lichtes hinweg, so erscheinen beide Bilder von gleicher Farbe und keines derselben heller als das andere. Das farbige Licht aus dem Innern des Körpers ist nicht polarisirt, sondern es ist zerstreutes Licht. Die Farbe aber ist, wie Dr. Botzenhart erst kürzlich ganz richtig bemerkt hat [1]), nicht gleich von der Oberfläche zurückgestrahlt, sondern muſs erst tiefer in den Körper eindringen, aus dem es dann als zerstreutes Licht aus modificirender Quelle heraustritt. Ueber und unter dem Polarisationswinkel tritt aber auch zurückgeworfenes Licht in das untere Bild ein.

Bei den Metallen, bei denen viele Zurückstrahlungen erst eine vollkommene Polarisation hervorbringen, geht viel zurückgeworfenes Licht in das untere Bild *E*. Metalle, mit einem durchsichtigen glänzenden Ueberzuge versehen, färben beide Bilder, aber das obere ist durch die stärkere Zurückstrahlung von der ersten Oberfläche weiſser. Wenn man den zurückzuwerfenden Lichtstrahl erst durch Gläser färbt,

1) S. Ann. Bd. 68, S. 291. *P.*

Digitized by Google

sind beide Bilder farbig. Angelaufene Flächen, die also mit dünnen Blättchen fremder Substanzen überzogen sind, zeigen gleichfalls analoge, aber mannigfaltige, zum Theil sehr sonderbare Erscheinungen. Interferirt z. B. das zurückgeworfene Licht nur von der Oberfläche des Ueberzugs mit seiner untern Fläche, so ist alles Licht ordinär polarisirtes, und die Farbe geht dann gänzlich in das obere Bild, wie bei gewöhnlichem angelaufenen Messing. Wurde ein extraordinär gebrochener Strahl gebildet, der mit der Rückstrahlung von der metallischen Oberfläche interferiren kann, da er senkrecht auf die Einfallsebene des Strahls polarisirt ist, so erhält man auch im untern Bilde Blättchenfarben, wie bei angelaufenem Stahl.

Alle diese Verhältnisse finden indessen unter jedem Azimut statt. Als physikalische Erscheinungen, zu dem Zwecke die Gesetze der Art der Einwirkung der Körper auf das Licht zu ergründen, waren sie längst Gegenstand der Forschungen der HH. Arago, Biot, Brewster, Herschel, Melloni u. A. Für die Erscheinung an unorganischen Individuen, an den Krystallen fehlt noch so Vieles, daſs Physikern und Mineralogen noch ein weites Feld der Bearbeitung offen steht.

Während die unter jedem Azimut stattfindenden Erscheinungen sich gleichmäſsig auf amorphe und krystallinische, unter den letztern auf einfache und zusammengesetzte Körper beziehen, giebt es auch eigenthümliche Vorkommen, die streng von der Krystallgestalt abhängig sind, und zu deren Studium man nothwendig die regelmäſsige Form kennen und vergleichen muſs. Dahin gehört insbesondere das *Schillern der Krystall- und Theilungsflächen*, nämlich der nach bestimmten Richtungen orientirte Metallglanz, theils im gewöhnlichen, theils im polarisirten Lichte auf vollkommen durchsichtigen Körpern. Die dahingehörigen Erscheinungen verbinden auf eine höchst eigenthümliche Weise die bis jetzt bekannten Arten des Glanzes.

Mehrere von diesen Vorkommen sind von den Chemikern bei ihrer Darstellung beobachtet und beschrieben wor-

Digitized by Google

den, so das Kalium-Molybdän-Sulfid [1]), das Kalium-Platin-Cyanür-Cyanid [2]), das Wasserstoff-Platin-Cyanür [3]) u. a. m. Hrn. Prof. Redtenbacher in Prag verdanke ich insbesondere das schöne Magnesium-Platin-Cyanür, dessen Eigenschaften den Gegenstand einer Mittheilung machten, die in dem Berichte von der Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, am 4. Mai 1846, auszugsweise enthalten sind [4]).

Ich habe seitdem mehrere Krystalle mehr und weniger vollständig zu untersuchen Gelegenheit gehabt, die analoge Eigenschaften besitzen, und obwohl es bisher noch nicht gelungen ist, ähnlich der Farbenvertheilung des Durchsichtigkeits-Pleochroismus, allgemeine Gesetze für alle Erscheinungen dieses metallischen Schillers aufzufinden, so sind die einzelnen Beobachtungen doch zu glänzend und anziehend, als daſs man nicht versucht seyn sollte, sie zeitlich bekannt zu machen und den Kreis zu erweitern, innerhalb dessen ihre wissenschaftliche Untersuchung zu erwarten ist, und diejenigen allgemeinen Resultate zusammen zu stellen, die sich ungezwungen anreihen lassen.

Auch der groſse Physiker Sir David Brewster hat ihnen kürzlich seine Aufmerksamkeit gewidmet und in der Versammlung der englischen Naturforscher zu Southampton die Beschreibung des chrysamminsauren Kalis gegeben, deren Kenntniſs ich Poggendorff's Annalen verdanke [5]).

1. Kalium-Platin-Cyanür.

$$KCy_2 + PtCy_2 + 3H_2O.$$

Bekanntlich wurde dieses Salz von L. Gmelin [6]) entdeckt und die eigenthümliche Thatsache beschrieben, daſs

1) Berzelius 5. Aufl. Bd. 3, S. 204.

2) Knop, Wöhler und Liebig's Ann. Bd. 43, S. 113 1842.

3) Berzelius 5. Aufl. Bd. 3, S. 983.

4) Wiener Zeitg. v. 12. Mai 1846. Poggend. Ann. Bd. 68, S. 302.

5) 1846. Heft 12, Bd. 69, S. 552. *Phil. Mag. Ser. III, Vol. XXIX, p.* 331.

6) Berzelius 5. Aufl. Bd. 3, S. 985.

Digitized by Google

es gelb durchsichtig ist, aber blau erscheint, wenn die langen vierseitig prismatischen Krystalle eine solche Lage haben, daſs das Licht etwa von einer Endfläche der Krystalle zurückgeworfen würde.

Die Farbe ist bei möglichst senkrechtem Einfalle auf einen senkrecht auf die Axe stehenden Querbruch schön himmelblau, doch milchig, während die Krystalle doch auch in der Richtung der Axe untersucht, vollkommen klar und durchsichtig sind. Der Quere gehalten, werfen die Prismen scheinbar weiſses polarisirtes Licht zurück; nach der Länge besehen, erscheint oft ein bläulicher Lichtschein.

Die Sonderung der senkrecht aufeinander polarisirten Lichtbündel durch die dichroskopische Lupe erlaubt eine genauere Orientirung.

Beobachtung 1. Hält man die Prismen spiegelnd nach der Quere (Fig. 1, Taf. II), so ist das obere Bild *O* glänzend von Glasglanz, das untere *E* völlig glanzlos.

Beobachtung 2. Hält man die Prismen nach der Länge (Fig. 2, Taf. II), so ist das obere Bild *O* ebenfalls glänzend und farblos, aber das untere *E* zeigt auf allen vier Flächen einen deutlichen blauen Lichtschein.

An der Oberfläche der Prismen wird daher das Licht bei dem Begegnen mit den Krystallen erst in zwei weiſse Antheile zerlegt. Ein Theil wird als gewöhnliches theilweise oder vollständig polarisirtes Licht, unabhängig von den Krystallgestaltsverhältnissen *weiſs* zurückgeworfen, der andere dringt in den Krystall ein. Dieser andere Theil wird zerlegt, in einen gelben und einen blauen Antheil. Der gelbe erscheint als Farbe des Krystalls, der blaue wird nicht absorbirt, sondern er wird wenigstens theilweise zurückgeworfen, und zwar so, daſs er jederzeit in der Richtung der Basis der Krystallformen oder in einer Ebene senkrecht auf die Axe polarisirt ist.

Beobachtung 3. Das von einer Endfläche oder dem Querbruch der Prismen möglichst senkrecht zurückgeworfene Licht ist in *O* und *E* gleich blau (Fig. 3, Taf. II). Bei der Zurückstrahlung unter dem Polarisationswinkel über-

Digitized by Google

windet zwar der Glanz des obern Bildes die schwache blaue Farbe, welche nur im untern übrig bleibt, aber da man unter jedem Azimut dieselbe Erscheinung beobachtet, so sendet die Endfläche offenbar aus dem Körper einen Theil auſserordentlich polarisirten Lichtes auch in jeden Azimut zurück.

Beobachtung 4. Die Durchsichtigkeitsfarbe ist ein blasses Schwefelgelb, in dünnen Krystallen nahe farblos. Dennoch kann man bei genauer Vergleichung durch die dichroskopische Lupe in dem untern Bilde *E* einen im Vergleich mit *O* etwas mehr strohgelben Ton entdecken (Fig. 4, Taf. II). Combinirt man diesen in Gedanken mit einem Theile des zurückgeworfenen Blau, so werden zuerst die beiden Farben, der Axe und der Basis, wieder in Uebereinstimmung gebracht, doch muſs ein Ueberschuſs von Blau zurückgeworfen werden, da doch stets die gelbe Farbe der Krystalle deutlich erkennbar ist.

2. Baryum-Platin-Cyanür.

Dieses Salz verdanke ich Hrn. Prof. Dr. Redtenbacher, in dessen Laboratorio es schon im verflossenen Winter von Hrn. Dr. Quadrat dargestellt wurde. Seine Mischung ist abgesehen vom Wassergehalte durch die Formel $Pt_5 Ba_6 \mathrm{Cy}_{11}$ dargestellt. Eine ausführlichere krystallographische Beschreibung muſs einer andern Gelegenheit vorbehalten bleiben, da die Krystalle, obwohl luftbeständig, und oft reichlich zwei Linien lang und über eine halbe Linie breit, doch in mancher Beziehung noch Besseres zu wünschen übrig lassen. Sie sind achtseitige Prismen nach Hrn. v. Hauer's Messung mit dem Reflexionsgoniometer, auf ein rhombisches Prisma von 100° und 80°, und seine zwei rechtwinkelichen Diagonalen zu bringen. Aber die Flächen sind so unregelmäſsig vergröſsert, daſs gewöhnlich einer breitern mehr ausgedehnten eine parallele weniger ausgedehnte entspricht. Die Enden sind durch schiefe, nicht parallel stehende und senkrecht gegen einander gestreifte Flächen begränzt, aber für die genaue Ausmittelung der durch die

Digitized by Google

Flächenstellung überhaupt angedeuteten gyroidischen und zugleich polarischen Hemiedrie des orthotypen Systems waren die Krystalle, die ich besaſs, doch nicht genügend.

Desto schöner und lebhafter ist die Erscheinung des herrlichen Blau, welches unter Verhältnissen, dem Kalium-Platin-Cyanür genähert, doch wieder in vieler Beziehung abweichend, aus den übrigens blaſsgelben Krystallen oberflächlich zurückgeworfen erscheint.

Beobachtung 1. Der Quere nach gehalten, wie Fig. 1, Taf. II, ist das obere Bild der dichroskopischen Lupe weiſs, das untere gänzlich farb- und glanzlos; alles Licht ist in einer Ebene senkrecht auf die Axe des Krystalls polarisirt, aber das weiſse ist so viel heller, daſs durch die Empfindung das Blau gänzlich überwältigt wird.

Beobachtung 2. Der Länge nach gehalten giebt jede Krystallfläche in der dichroskopischen Lupe ein oberes weiſses Bild, und ein unteres schön lasurblaues. Natürlich ist das weiſse Licht in der Richtung der Axe, das blaue senkrecht darauf polarisirt.

Beobachtung 3. Die Spiegelung eines Gegenstandes in den Krystallflächen mit dem unbewaffneten nahe gehaltenen Auge, in jedem beliebigen Azimut beobachtet, giebt ein Bild auf bläulichem gleichförmigen Grunde. Die beiden Lichtsorten sind stets gleich gemischt und werden nur durch zweckmäſsig angewandte Mittel gesondert.

Bei dem Kalium-Platin-Cyanür waren es die Endflächen, hier sind es die Seitenflächen der Prismen, die das Blau zeigen. Von den geneigten Endflächen erhält man keine genügende Reflexionsbeobachtungen.

Beobachtung 4. Wenn man einen Krystall gerade vor sich gegen das Licht so hinhält, daſs er durch die Fläche *A* hindurch im Innern erleuchtet wird, so erscheint die Kante zwischen den Flächen *A* und *B* von einem wundervoll reichen zeisiggrünen Lichtschein erfüllt. Dieser geht in der dichroskopischen Lupe ganz in das obere Bild *O*, ist also durch Zurückstrahlung hervorgebracht und polarisirt, während das untere *E* die reingelbe gleichförmige Durchgangsfarbe der Krystalle zeigt.

Digitized by Google

Beobachtung 5. Wenn in der vorigen Fig. 5 das zerstreute Licht durch die Seitenflächen *B* einfällt, so beobachtet man die hellgrünen Ränder mit bloſsem Auge auch durch die Endfläche *A*, aber das Grün wird dann nicht durch die dichroskopische Lupe zerlegt.

Beobachtung 6. Die Krystalle im durchfallenden Licht durch die dichroskopische Lupe untersucht, wie oben Fig. 4, Taf. II, geben das obere Bild *O* ganz hell, reingelb, das untere mit reichen rothen und grünen Beimischungen prismatischer Farben. Die Winkelmaaſse und die Gröſse des Brechungsverhältnisses geben gerade dem extraordinären Strahl die erforderliche Lage; doch mag dieſs hier nur kürzlich erwähnt werden.

3. Magnesium-Platin-Cyanür.

Auf dieses herrliche Product der Krystallisationskraft bezogen sich die am 4. Mai 1846 mitgetheilten Angaben, wo sie als eine ganz neue Klasse optischer Erscheinungen bezeichnet wurden. Es wurde wie das vorhergehende in Hrn. Prof. Redtenbacher's Laboratorio von Hrn. Dr. Quadrat dargestellt. Die Mischung ist der vorhergehenden analog $Pt_5\,Mg_6\,Cy_{11}$.

Die Krystalle sind quadratische Prismen, einige davon mit einer diagonalen Pyramide combinirt, deren Axenkanten nahe 126° 21', die Kanten an der Basis nahe 79° 18' betragen, nach den Messungen des Hrn. Dr. Springer. Auſserdem finden sich noch in schmalen Flächen die der ersten Pyramide *P* parallele flächere Pyramide $\frac{1}{3}P$, ferner ein Zirkonoid zwischen den Flächen von *P* und $\infty P'$, endlich in schmalen Abstumpfungen das parallele Prisma ∞P.

Dünne Krystalle sind häufig in Rosen gruppirt, die in allen Richtungen zugleich der Beobachtung dargeboten die mannigfaltigsten carminrothen Farben im durchfallenden und grüne und blaue metallische Farben im zurückgeworfenen Lichte zeigen.

Beobachtung 1. Einzelne Krystalle erscheinen dem bloſsen Auge im Durchsehen carminroth. Untersucht man sie

durch die dichroskopische Loupe, wie in Fig. 4, Taf. II, so sind bei einer Dicke von einer halben Linie schon beide Bilder nicht zu unterscheiden und von dem schönsten Carminroth. Dünnere zarte Krystalle haben das obere ordinäre Bild mehr in das Carmesinrothe geneigt, wodurch in dünnen Krystallen die Farbe der Basis mehr, die Farbe der Axe weniger bläulich erscheint. Was in dem frühern Berichte carminroth und blutroth genannt wurde, stellt sich bei Untersuchung mehrerer besonders dickerer Krystalle, bis zu $\frac{3}{4}$ Linien, besser auf carmesin- und carminroth. Das prismatische Spectrum eines Stearinlichtes durch eine Krystallplatte zwischen den Prismenflächen besehen, zeigt keine Spur einer Farbe als ein reines Roth.

Beobachtung 2. Die Endfläche *O* gewöhnlich nicht besonders glänzend, erscheint dem bloſsen Auge mit einem gedämpften dunkelblauen Lichtschein. Durch die dichroskopische Lupe ist wie in Fig. 3, Taf. II, bei ziemlich senkrechtem Einfall *O* und *E* gedämpft lasurblau. Je glätter die Fläche, desto mehr ist das blaue von dem rückstrahlenden weiſsen Licht unterdrückt. Unter dem Polarisationswinkel geht alles weiſse Licht durch den ordinären Strahl, und alles Lasurblau des extraordinären erscheint dann mit einer Kraft und Reinheit, daſs man ein schöneres Blau kaum je so vollkommen sehen kann. Jedes Azimut zeigt diese Erscheinung. Die Endfläche giebt also, wie bei dem Kalium-Platin-Cyanür, eine äuſserliche Zurückwerfung von weiſsem Lichte, wie alle glatten Körper, und eine Zurückwerfung von blauem Licht, das nicht absorbirt worden ist. Parallel der Endfläche findet in den Krystallen Theilbarkeit statt. Auf den glatten Theilungsflächen lassen sich die Erscheinungen besonders gut studiren.

Beobachtung 3. Die Seitenflächen der Prismen erscheinen dem bloſsen Auge grün metallisch glänzend. Hält man sie nach der Quere, wie in Fig. 1, Taf. II, so haben sie bei nahe senkrecht einfallendem Lichte einen grasgrünen Metallglanz, der bei immer gröſsern und gröſsern Einfallswinkeln durch eine gelblichgrüne, speisgelbe und tomback-

Digitized by Google

braune Metallbronze hindurch wechselt; endlich erscheint ein farbloser Reflex, durch den hindurch man das nicht metallische Roth erkennt. Theilungs- und Bruchflächen zeigen ähnliche Verhältnisse.

Beobachtung 4. Hält man die Prismen der Länge nach, wie in Fig. 2, Taf. II, so ist zuerst die Farbe senkrecht zurückgeworfen der nämliche grasgrüne Metallglanz. Bei gröſsern Einfallswinkeln erscheint die Farbe smaragdgrün, spangrün, entenblau, lasurblau, bis zu dem letzten farblosen Reflex, unter dem das Roth des Krystalls durchscheint. Alles gleichviel bei äuſsern Krystall- oder bei innern Bruch- oder Theilungsflächen.

Beobachtung 5. Die der Quere nach gehaltenen Prismen durch die dichroskopische Lupe nahe senkrecht betrachtet geben das obere Bild ganz mit der metallisch-grünen Farbe, das untere hat Glasglanz, ist also durchscheinend roth. Bei immer gröſsern Einfallswinkeln wechselt das obere Bild durch die gelbliche metallische Farbenreihe in das Farblose, wie oben in Beobachtung 3, während sich im untern Bilde ein schönes Lasurblau entwickelt.

Beobachtung 6. Der Länge nach, wie Fig. 2, Taf. II, durch die dichroskopische Lupe analysirt, ist bei nahe senkrechtem Einfall das obere Bild durchscheinend roth, das untere metallisch-grün reflectirt. Bei gröſserem Einfallswinkel verbindet sich das Blau mit dem metallischen Grün, die Farben verlaufen sich durch die bläuliche metallische Reihe in das Farblose, wie oben in Beobachtung 4, während das obere Bild den reinen Glasglanz der Oberfläche erhält.

Bei den mannigfaltigsten Incidenzen besteht also das zurückgeworfene Licht:

1. Aus weiſsem Lichte, das unter dem Polarisationswinkel ganz in das obere Bild geht.

2. Aus metallisch-grünem Lichte, das in der Ebene senkrecht auf die Axe polarisirt ist, und daher bei der Querstellung durch das obere, bei der Längenstellung durch das untere Bild geht.

Digitized by Google

3. Aus lasurblauem Lichte, das bereits in allen Azimuten senkrecht auf die Einfallsebene polarisirt ist, und daher bei der Querstellung in dem untern Bilde der Lupe erscheint, bei der Längenstellung sich dem grünen metallischen beimischt, mit dem ein Theil in der Polarisationsrichtung übereinstimmt.

Beobachtung 7. Die Pyramidenflächen zeigen bei der Analyse durch die dichroskopische Lupe sehr schöne Lichteffecte. Der Länge nach gehalten, ist das obere Bild weiſs, das untere lasurblau. Der Quere nach ist das obere Bild blaulichgrün, mit dem starken weiſsen reflectirten Lichte gemischt, das untere blau. Es sind Mitteltöne zwischen den End- und Seitenflächen.

Beobachtung 8. Die verticalen Flächen des Prismas ∞P, welches die Kanten von $\infty P'$ abstumpft, haben genau die Beschaffenheit dieser letztern.

Beobachtung 9. Obwohl eine Combination der früher auseinandergesetzten Beobachtungen, darf ich, ihres besondern Contrastes und ihrer wunderbaren Schönheit wegen, folgende Beobachtung nicht übergehen.

Man lege zwei nahe gleich groſse Krystalle, jeden etwas länger als breit dergestalt auf eine gemeinschaftliche Unterlage neben einander, daſs ihre Axen rechte Winkel miteinander einschlieſsen und sich, wie in Fig. 6, Taf. II, mit einer Ecke der Seitenansicht berühren. Die Längsstellung des einen ist die Querstellung des andern. Während bei der Betrachtung sowohl mit freiem Auge als durch die dichroskopische Lupe die Erscheinungen des einen Krystalls durch die Phasen der gelblich metallischen Färbung gehen, folgen die des andern den bläulichen Farbentönen und umgekehrt. Die doppelten Gegensätze erscheinen glänzend in den verschiedenen Azimuten. In der Fig. 6, Taf. II, dargestellten Lage ist die Farbe der vier durch die dichroskopische Lupe erscheinenden Flächen

O I. tombackbraun, *E* I. spangrün,
O II. grasgrün, *E* II. lasurblau.

Bei andern Elevationen oder Einfallswinkeln, bei andern

Digitized by Google

Azimutalwinkeln werden natürlich auch verschiedene wechselnde Farbentöne erscheinen; die hier dargestellten erhält man nahe an dem Polarisationswinkel und bei einem Azimutalwinkel von etwa 22½°, nahe intermediär zwischen der Längs- und Querrichtung der beiden gemeinschaftlichen von 45° Abweichung.

Beobachtung 10. Mit einem glatten Messer auf eine Glasplatte aufgedrückt und glatt gestrichen, erhält man eine dunkle violette, selbst noch etwas bräunliche Fläche. Die dichroskopische Lupe zerlegt den zurückgeworfenen Strahl. Das obere ordinäre Bild enthält alles von der Oberfläche zurückgeworfene weiſse Licht, unter dem Polarisationswinkel vollständig polarisirt, das untere Bild ist schön lasurblau, so wie die Krystallflächen selbst, und zwar von Licht, das in allen Azimuten senkrecht auf die Einfallsebene polarisirt ist. Diese Farbenzertheilung hängt daher nicht von der Krystallgestalt ab, sondern ist jedem einzelnen Theilchen der Substanz eigenthümlich.

Beobachtung 11. Ein Tropfen der Auflösung des Magnesium-Platin-Cyanürs in Wasser auf einer weiſsen Glasplatte schnell verdampft, giebt einen grünen metallisch-glänzenden Ueberzug, durchsichtig roth. Sind die Krystalle so klein, daſs sie nur den Gesammteindruck des metallischen Grün machen, so zerlegt die dichroskopische Lupe die Erscheinung in ein oberes metallisches Gelblichgrün, und in ein unteres metallisches Bläulichgrün, z. B. Grasgrün und Smaragdgrün, nach Maaſsgabe des Einfallswinkels; das obere Bild entsteht durch die der Quere, das untere durch die der Länge nach liegenden Krystalle. Jedes Azimut giebt die gleiche Erscheinung.

Noch mögen hier einige Bemerkungen beigefügt werden. Die Krystalle des Magnesium-Platin-Cyanürs werden durch eine geringe Temperaturerhöhung zerstört. Die Form bleibt, aber die Farbe wird ein blasses Gelb. Etwas befeuchtet, wird die Oberfläche wieder metallisch-glänzend und der Körper roth, doch in neuer individueller Anordnung. In Wasser sind sie sehr leicht löslich, und zwar mit blaſsgelb-

Digitized by Google

licher Farbe, ja die Auflösung kann beinahe farblos genannt werden. Läſst man kleine Mengen derselben in cylindrischen Probgläschen, wie man sie in den bekannten Gestellen hat, langsam abdampfen, so krystallisiren verhältniſsmäſsig recht deutlich gröſsere Krystalle. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit liegend, werden einzelne um und um ausgebildete abgelagert, die dann vorzüglich gut für die Untersuchung der optischen im Vorhergehenden beschriebenen Eigenschaften geeignet sind. In gröſsern Gefäſsen mit breiter Oberfläche sieht man bei etwas schnellerem Fortgang der Verdampfung mit Bewunderung aus der nahe farblosen Flüssigkeit die hochrothen Krystalle in regelmäſsig gruppirten rosenförmigen Zusammenhäufungen sich absetzen, deren äuſsere fast horizontal liegende Individuen ihre metallisch-glänzenden Seitenflächen zeigen, während man an den der senkrechten Lage genäherten mittleren Krystallen dem Lasurblau der Endflächen begegnet.

4. Murexid.

Der goldglänzende Körper, ähnlich in Farbe und Glanz den Flügeln der Goldkäfer [1]), von den Chemikern auf mancherlei Weise bereitet, entspricht der Formel $C_{12} H_6 N_5 O_8$. Er ist sehr dunkelroth im durchfallenden, und bei nahe senkrecht auffallend zurückgeworfenem Lichte von einer Farbe, deren Bezeichnung metallisch-pistaziengrün genannt werden könnte.

Ich verdanke die freundliche Mittheilung dieses schönen Körpers in zwei Parthien Hrn. Prof. Redtenbacher in Prag und Hrn. Prof. Ragski; aber die Krystallblättchen waren so klein, daſs ich ihre Form noch nicht erkennen konnte, und daher gröſsere und erkennbare mit wahrem Dankgefühle der Untersuchung unterwerfen möchte. Sie scheinen sogar zwillingsartig gruppirt zu seyn, was bei den geringen Abmessungen die Schwierigkeiten bedeutend vermehrt. So viel ist deutlich, daſs die Krystallblättchen eine gröſsere Längenausdehnung als Breite und Dicke besitzen,

1) Wöhler, Organische Chemie. 1844. S. 165.

Digitized by Google

daſs aber der aus den beiden letztern bestehende Querschnitt ein längliches Rechteck ist.

Beobachtung 1. Breite Fläche. In der Querstellung, bei nahe senkrecht einfallendem und zurückgeworfenem Lichte, wie Fig. 1, Taf. II, ist durch die dichroskopische Lupe das obere und untere Bild nahe gleich von dem obigen Pistaziengoldgrün. Gröſsere Einfallswinkel bringen das obere ordinäre Bild durch Messinggelb, reines Goldgelb und Speisgelb in einen röthlichen nahe nicht-metallischen Ton, während das untere Bild durch grasgrün, smaragdgrün, spangrün sämmtlich metallisch in ein dunkles grünliches Indigblau, fast Stahlblau zu nennen, übergeht.

Beobachtung 2. Breite Fläche. In der Längenstellung, wie Fig. 2, Taf. II, ist das obere Bild mehr in das Messinggelbe und Grasgrüne geneigt, das untere hält sich in den goldgelben und tombackbraunen Farbentönen ohne Blau.

Beobachtung 3. Schmale Fläche der Blättchen. In der Querstellung dem bloſsen Auge erscheint ein dem Speisgelben naher metallischer Farbenton. Die dichroskopische Lupe zertheilt ihn in ein oberes Speisgelb, in der Richtung senkrecht auf die Blättchen polarisirt, und in ein unteres Lasurblau, das bei mittleren Einfallswinkeln am lebhaftesten ist, und gegen den senkrechten Einfall und bei gröſsern Einfallswinkeln an Stärke abnimmt.

Beobachtung 4. Schmale Fläche. Der Länge nach untersucht, wie in Fig. 2, Taf. II, enthält das obere Bild lediglich das von der Oberfläche zurückgeworfene und in dem Polarisationswinkel also sämmtliches polarisirtes Licht. Das untere Bild ist metallisch-spangrün. Alles gelbe metallische Licht ist in der Richtung senkrecht auf die Axe polarisirt, das blaue aber in allen Azimuten, es mischt sich daher in der letzten Richtung dem extraordinären Grün bei.

Beobachtung 5. Mit einem glatten Messer auf eine Glasplatte glatt aufgestrichen, nimmt das Murexid den Metallglanz und die pistaziengoldgrüne Farbe an. Diese ist in der dichroskopischen Lupe bei senkrechtem Einfall nahe gleich in beiden Bildern. Bei geneigten Lagen ist unter

Digitized by Google

jedem Azimut das ordinäre obere Bild messinggelb, das untere tief grünlich-indigblau, etwa stahlblau zu nennen. Auf diese Erscheinung hat keine Krystallstructur Einfluſs. Es ist die Wirkung der kleinsten Theilchen der Materie selbst, wie bei dem Magnesium-Platin-Cyanür.

Die Krystalle, die ich untersuchen konnte, waren so klein, daſs es mir nicht gelungen ist, die Erscheinungen zu beobachten, welche auf der dritten, auf den beiden beschriebenen senkrecht stehenden Fläche oder der Base, stattfinden, und die man unmittelbar kennen muſs, um eine zusammenhängende Darstellung des ganzen Phänomens für die Krystall-Individuen zu unterwerfen. Es würden sich vielleicht Beziehungen ähnlich denen herausstellen, welche für die durch Transmission trichromatischen Krystalle gelten.

Die Krystalle sind übrigens durch eine auf die schmalen Seiten aufgesetzte schiefe Endfläche begränzt. Gerade vor die dichroskopische Lupe gestellt, und wie Fig. 4, Taf. II, beobachtet, zeigen sich das obere ordinäre Bild ganz dunkel und undurchsichtig, das untere von einem schönen Violblau.

5. Grünes Hydrochinon.

Ich verdanke meinem verehrten Freunde Wöhler eine Probe dieses Körpers. Er theilt im Allgemeinen das Ansehen des vorigen, nur ist er noch dunkler in der Farbe.

Die einzige an den höchst feinen Krystallpartikelchen sichtbare Fläche zeigt, der Quere nach beobachtet, eine dem Messinggelben ähnliche, nur noch etwas mehr grünliche Metallfarbe, die in das obere Bild der dichroskopischen Lupe übergeht, während das untere glanzlos bleibt. Der Länge nach ist das obere Bild von dem oberflächlich polarisirten Lichte glänzend, das untere metallisch. Die grünlichgelbe Metallfarbe ist also senkrecht auf die Axe der feinen Krystallnadelblättchen polarisirt.

Im Ganzen erscheinen die aufeinandergehäuften Krystalle zusammen dunkelgrünlich-schwarz, mit einem in der Sonne zu beobachtenden messingartigen Flimmern. Die allerfein-

Digitized by Google

sten Krystalltheilchen scheinen in der Sonne dunkelblutroth durch.

Als Pulver mit einem glatten Messer auf eine glatte Glasplatte gestrichen, ist die Farbe im durchfallenden Lichte dunkelviolblau. Bei senkrechtem Einfall sind beide Bilder der dichroskopischen Lupe gleich tombackbraun, in das Speisgelbe geneigt. Bei gröſsern Winkeln gehen die Töne auseinander. Das obere Bild geht in bräunliches Speisgelb, das untere in ein dunkles Stahlgrün, schwärzlichgrün mit metallischem Schiller.

6. Oxalsaures Platinoxydul.

Dieses Salz $\dot{Pt}\,\dddot{C}$ [1]) wurde vom Hrn. Dr. Schneider, Assistenten der Lehrkanzel für Chemie an der K. K. Universität, auf meine Bitte dargestellt. Die höchst zarten Krystalle scheiden sich mit kupferrothem Metallglanz in der olivengrünen Auflösung ab. Um doch gröſsere Flächen optisch untersuchen zu können, strich ich eine Parthie derselben, parallel liegend, mit einem glatten Messer auf Glas.

Der Quere nach untersucht, ist das obere Bild *O* der dichroskopischen Lupe dunkel, mit wenigem dem stahlfarbigen genäherten Blau, das untere *E* dunkel kupferroth, bei gröſserer Neigung tombackbraun in das Speisgelbe. Bei nahe senkrechtem Einfall nähern sich beide Bilder einem metallischen Violblau.

Der Länge nach ist das obere Bild glänzend violblau in das Kupferrothe fallend, das untere von einem reinen, aber matten Kupferroth, ähnlich dem rothen Metallbronze.

In allen Azimuten verworren, auf Glas gestrichen, ist das obere Bild glänzender von einem bräunlichen Violblau, das untere ist matt kupferroth.

Mit Canadabalsam zwischen zwei Glasplatten gebracht und in verticaler Lage der feinen Krystallfasern untersucht, ist das obere Bild licht, das untere dunkel. Es war bei der ungemeinen Zartheit der Fasern nicht möglich, eine wirkliche Farbe zu unterscheiden.

Ue-

1) Berzelius 5. Aufl. Bd. 3, S. 988.

Digitized by Google

Ueberläſst man eine Auflösung der langsamen Verdunstung in einem cylindrischen Probglase, so setzen sich an der Stelle, von der das Wasser verschwand, ganz feine Krystallbüschel an. Diese sind nun leichter zu untersuchen. In dem obern Bilde der dichroskopischen Lupe erscheinen sie mit blasser gelblichbrauner Farbe, ganz ähnlich schönem blonden Haar; in dem untern Bilde erscheint nur da, wo sie aneinanderschlieſsen, ein höchst dunkles Indigblau, und auch das nur bei sehr starker, directer Beleuchtung durch das Sonnenlicht. Die Beobachtung erforderte also noch Bestätigung, aber diese ist leicht zu erhalten, wenn man die Krystalle mit einem Messer auf eine durchsichtige Glastafel streicht, und die dünnsten Stellen im durchfallenden Lichte mit der Lupe betrachtet, denn nun erscheint das dunkle Indigblau vollkommen deutlich.

Mit Beziehung auf die Axe der feinen haarförmigen Prismen ist also der extraordinäre Strahl, der senkrecht auf dieselbe polarisirt ist, indigblau und mehr absorbirt als der ordinäre, der bei ziemlich bedeutender Durchsichtigkeit eine blonde Farbe besitzt.

7. Indig.

Die flachen tafelartigen Krystalle, platte Prismen, mit rechteckigem Querschnitt, von Hrn. Prof. Schrötter freundlichst mitgetheilt, zeigen die gänzlich gleichen Erscheinungen auf der breiten und der schmalen Fläche, der Länge und der Quere nach und unter jedem beliebigen Azimut untersucht. Beide Bilder sind kupferroth, das ordinäre obere hat unter dem Polarisationswinkel und darüber etwas mehr weiſsen Glanz, erscheint also heller. Bei groſsen Neigungen geht das Kupferroth des untern Bildes in Goldgelb, und selbst über dasselbe hinaus bis in ein anfangendes Messinggelb über.

Auch die schönen Indigsorten gaben die obige Erscheinung im Ganzen auf ihrem kupferroth glänzenden flachmuscheligen Bruche. Das obere Bild ist heller, das untere fällt bei groſsen Winkeln in's Gelbe.

Digitized by Google

Die meisten der im Vorhergehenden erwähnten Krystalle konnten nur sehr unvollständig untersucht werden, manche wichtige, selbst optische Eigenschaften fehlen gänzlich, bei den meisten stellt sich noch die Kleinheit derselben einer durchgeführten Ergründung entgegen, so daſs es noch nicht möglich ist alle Eigenschaften in einem gröſsern zusammenhängenden Bilde zusammenzufassen. Die drei ersten: Gmelin's Kalium-Platin-Cyanür und Redtenbacher und Quadrat's Baryum-Platin-Cyanür und Magnesium-Platin-Cyanür geben indessen doch schon so viel an die Hand, daſs es erlaubt ist, wenigstens über den physikalischen Vorgang und die Orientirung nach den Krystallaxen einige Betrachtungen anzustellen.

Das *Schillern* der Krystallflächen läſst sich überhaupt als *an der Oberfläche durchsichtiger Krystalle zurückgeworfenes farbiges Licht* bezeichnen, welches *senkrecht auf die Einfallsebene* des Strahles *polarisirt ist.* Obwohl die undurchsichtigen Krystalle und Massen, deren Glanz eigentlicher *Metallglanz* ist, und in einem gröſsern Zusammenhange nothwendig mit berücksichtigt werden müſsten, sich hier unmittelbar anschlieſsen, so mögen sie doch vorläufig aus der Betrachtung ausgeschlossen bleiben.

Die drei Cyanüre zeigen das Schillern nach drei verschiedenen Gesetzen.

1. *Auf der Basis der Prismen in jedem Azimut; auf den Seitenflächen derselben in der Ebene senkrecht auf die Axe.* Bläulicher Lichtschein des Kalium-Platin-Cyanürs.

Es sind hier keine Beschränkungen in Beziehung auf das Krystallsystem gegeben, die Erscheinungen mögen bei den einaxigen Formen von absoluter Axensymmetrie, nämlich den pyramidalen und rhomboëdrischen vorkommen, aber auch bei den orthotypen.

2. *Kein Schillern auf der Basis; auf den Seitenflächen der Prismen in der Ebene senkrecht auf die Axe.* Lasurblauer Schiller des Baryum-Platin-Cyanürs; grüner Schiller des Magnesium-Platin-Cyanürs.

3. *Schillern auf jeder Fläche unter jedem Azimut.* Lasurblauer Schiller des Magnesium-Platin-Cyanürs.

Digitized by Google

Die zuletzt genannten Krystalle zeigen also zugleich zweierlei Gesetze des Vorkommens von biehergehörigen Erscheinungen. Auf der Endfläche erscheint nur das letzte, auf der Seitenfläche beobachtet man sie getrennt in der Querrichtung der Prismen, im obern Bilde das gelbliche Grün, im untern das Lasurblau, in der Längsrichtung der Prismen erscheinen sie gleichzeitig im untern Bilde, und bringen das bläuliche Grün hervor.

Die Erscheinung nach dem dritten Gesetz ist unabhängig von der Form. Während daher bei dem Aufstreichen mit dem Messer oder Polierstahl das grüne Schillern verschwindet, bleibt das Lasurblau noch übrig. Es wird also durch die Masse selbst hervorgebracht. Gelingt es indessen bei gewissen ganz feinen faserigen Gestalten, wie oben bei dem oxalsauren Platinoxydul, eine ganze Parthie parallelliegender Fasern aufzustreichen, so kann man auch wohl die Resultate nach den Krystallformen orientirt wahrnehmen.

Für den physikalischen Vorgang dürfte ein aus den Vorhergehenden gewähltes besonders anpassendes Beispiel der metallisch - grüne Schiller des Magnesium - Platin - Cyanürs seyn. Die gewöhnliche Zurückstrahlung an der Oberfläche glatter Körper geschieht ohne Lichtzerlegung nach Farben, aber die Schwingungen der Theilchen des Lichtäthers sind nach dem Einfalle anders geordnet als vorher, so daſs der zurückgeworfene Strahl bei einem gewissen Einfallswinkel vollkommen polarisirt ist, während der darauf senkrechte Strahl in den Körper eintritt und nach der Natur desselben auf mancherlei Art modificirt wird. Bei allen Erscheinungen des Oberflächenschillers sondert sich in gewissen Stellungen der ordinär in der Einfallsebene polarisirte Lichtstrahl ab. In der Fig. 7, Taf. II, ist es der von *A B* nach *B C* geworfene Strahl *O*.

Bei *B* dringt Licht in den Körper ein. Es wird bei dem doppelt brechenden Magnesium-Platin-Cyanür in zwei senkrecht aufeinander polarisirte Lichtbündel zerlegt, deren zugehörige Aetherschwingungen also in zwei senkrecht aufeinanderstehenden Ebenen liegen, die eine in der Ebene

Digitized by Google

des Hauptschnittes durch die Axe und die derselben parallele Linie *GH*, die andere senkrecht darauf. Sie weichen in dem Hauptschnitt des Krystalls in der Richtung etwas von einander ab, doch kann man im Ganzen beide in der Figur als durch den Raum *BDF* dargestellt betrachten, indem sie im Innern zu einem Spectrum erweitert werden. Die Linie *DF* stellt sämmtliche Farben vor, aber in beiden Polarisationsrichtungen.

Fände keine weitere Zurückstrahlung statt, so könnte *LF* den durch den rothen farbigen Körper hindurchgegangenen Theil des Lichtes bedeuten, und *DL* wäre dann der absorbirte. Aber man kann sich so nahe an der Oberfläche *GH*, als man will, aber unter derselben eine zweite Fläche *IK* denken, auf die der schon durch die specifische Einwirkung des Körpers modificirte, also gebrochene Lichtstrahl in *MN* trifft. Diese kann nach der Natur des Körpers neuerdings auf mannigfaltige Art auf die nach zwei Richtungen polarisirten Strahlen, den ordinären und den extraordinären einwirken. Das prismatisch gefärbte Bild einer Kerzenflamme durch eine dünne Platte parallel einer Prismenfläche des Magnesium-Platin-Cyanürs genommen betrachtet, erscheint von einem schönen reinen Roth, das aber nach beiden Richtungen polarisirt ist. Der Theil des Lichtstrahls *LF* ist also von beiden, dem ordinären und dem extraordinären Spectrum, durch den Körper durchgegangen. Der Rest von beiden wurde aber entweder absorbirt oder zurückgeworfen. Die Absorption eines Theiles, von der Linie *IK* beginnend, dauert stetig fort, bis sie bei einer gewissen Dicke vollständig ist, aber die Zurückwerfung mufs bei *MN*, wo sie eintritt, plötzlich und daher für dicke und dünne Platten mit gleicher Intensität geschehen.

Bei dem Magnesium-Platin-Cyanür trifft man nun in der That eine Zurückwerfung von grünem Licht von *MN* nach *PQ* in dem extraordinären Bilde *E* zu beobachten, und wird diese von einer Kerzenlichtflamme erleuchtet durch ein Glasprisma untersucht, so erhält sie alle prismatischen

Digitized by Google

Farben vom Violet bis selbst noch mit einem schmalen Streifen von Roth. Das extraordinär polarisirte Spectrum ist also bis auf einen Theil des Roth zurückgeworfen, das ordinär polarisirte aber bis auf das Roth von dem Krystall absorbirt worden.

Da der Theil des Spectrums *MN* stets senkrecht auf die Hauptaxe, also *MN* stets senkrecht auf die Linie *GH* polarisirt ist, so geht es in der Fig. 7, Taf. II, gezeichneten Lage, nämlich für einen Lichteinfall im Hauptschnitt, in das untere Bild; in der darauf senkrecht stehenden Lage, nämlich bei einem Lichteinfall senkrecht auf die Hauptaxe, geht es in das obere Bild der dichroskopischen Lupe.

Die Erscheinungen sind, wie Brewster [1]) bemerkt, nicht etwa durch eine auf der natürlichen Oberfläche der Krystalle befindliche Oxydschicht veranlaſst, und doch gehören sie der Oberfläche der Krystalle und der Massen unbezweifelt an. Die Augenfälligkeit der im Vorhergehenden gegebenen Construction erlaubt aber in den Betrachtungen über die Anordnung des hypothetischen Lichtäthers in und mit den kleinsten Theilchen flüssiger und fester Körper, besonders krystallisirter, auf einigen Hauptsätzen zu verweilen, die für die Naturgemäſsheit derselben sprechen.

Es sey in Fig. 8, Taf. II, *GH* die wirkliche Oberfläche, oder die Scheidefläche des weniger dichten Mittels *RH* oder *A*, und des dichtern *GK* oder *B*. Jenseits der Aethertheilchenschicht *RS* ist alles *A* gleichförmig, jenseits der Schicht *IK* ebenfalls alles *B*, aber von der erstern verschieden. Entfernung, absolute Gröſse können füglich übergangen werden. Hat sich eine Wellenbewegung innerhalb des gleichförmigen Mittels *A* bis nach *GH* fortgepflanzt, so geht sie gleichförmig durch alle parallelen Schichten bis mit *RS* hindurch. Erst nachdem sie die fremdartige Einwirkung der Anordnung in dem Mittel *B* erfahren hat, kann sie in die neue Gestalt übergehen. Es wird also die erste oberste Fläche *GH* des neuen Mittels, und die erste innere Aetherschicht nothwendig seyn, um die Fortsetzung der Wellenbewegung

1) Poggendorff's Ann. Bd. 69, S. 553, 1846.

Digitized by Google

zu regeln. Die nach den allgemeinen Gesetzen elastischer Körper zurückgeworfene Welle geht wieder ungestört und unverändert durch die erste Aetherschicht *RS* zurück; es war nur eine *innere* Bewegung innerhalb des Mittels *A*. Aber erst jenseits der Schicht *IK* kann die Welle in dem Mittel *B* als durch Gleichförmiges hindurch fortgepflanzt angesehen werden. Es kann also immerhin die an der eigentlichen Oberfläche *GH* verbreitete Phase der Wellenbewegung an der ersten innern Lichtätherschicht so geordnet werden, wie es die Construction der im Vorhergehenden beschriebenen Erscheinungen verlangt.

Sollte man vorziehen, eine an den Berührungsflächen zweier Körper verbreitete Lichtätherschicht anzunehmen, so würde in Fig. 8, Taf. II, *RS* die Oberfläche des einen, *IK* die Oberfläche des andern Mittels vorstellen, und die unendlich dünne Lichtätherschicht *RK* bestände nichtsdestoweniger aus zwei abgesonderten Theilen von verschiedener Beschaffenheit, indem *RH* die Lichtäthersphäre des Körpers *A*, *GK* aber die Lichtäthersphäre des Körpers *B* vorstellt. Die erste farblose Zurückstrahlung und die chromatische Brechung würden dann an der Berührung der zwei Lichtätherschichten *GH* geschehen, die chromatische Zurückstrahlung an der wirklichen Oberfläche des Körpers *B*, nämlich bei *IK*.

Diese letzte Betrachtungsart scheint einen Fingerzeig für die Erklärung der Erscheinung der gelben und violetten Farben der Lichtpolarisationsbüschel zu geben, der weiter verfolgt zu werden verdient.

Aus den wenigen vorliegenden Beobachtungen läſst sich wohl bereits mit Sicherheit abnehmen, daſs der metallisch zurückgeworfene Flächenschiller aus *einem* Theile des in den Körper eingedrungenen Lichtes bestehe, während ein *anderer* complementärer die Farbe desselben hervorbringt. Violette und rothe Farben der Krystalle sind mit grünem Flächenschiller verbunden, gelbe Farben mit blauem, blaue mit kupferrothem und goldgelbem Schiller. Eine ganz genaue Durchführung durch das vollständige prismatische Spectrum

Digitized by Google

wird aber erst nach der Untersuchung einer bedeutendern Anzahl schillernder Krystalle gelingen.

II. *Ueber Erscheinungen, die mit dem elektrischen Ladungsstrome zusammenhängen;*
von K. W. Knochenhauer.

Erster Artikel.

Durch die in diesen Annalen Bd. 69, S. 77, mitgetheilten Versuche schien mir die Untersuchung über die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Ladungsstrom abgeschlossen zu seyn, um so mehr als ein Paar spätere Beobachtungen für den Fall, wo die Hauptbatterie (die, welche zuerst geladen wird) aus zwei Flaschen, und die Nebenbatterie (die, welche die Ladung aus jener empfängt) aus einer Flasche gebildet war, ein ganz übereinstimmendes Resultat lieferten. Nämlich als sich der Funkenmesser mit 8′ Kupferdraht von der bisherigen Sorte zwischen dem Auslader und der Nebenbatterie befand und noch 10′ Kupferdraht den gesammten Schlieſsungsbogen mit Ausschluſs des Ausladers (=0′,7 K.) bildeten, ergab sich:

Lad. d. B.	Scheinbare Spannungs-differ. beob.	Reduc. schein-bare Span-nungsdiffer.	Reduc. wahre Spannungs-differ. beob.
53,5	18,57	13,88	16,49
53,5	18,31	13,68	16,29
57,0	19,20	13,47	16,08
57,0	19,33	13,57	16,18
60,5	20,33	13,44	16,05
60,5	20,52	13,57	16,18
		Mittel	16,21.

Bezeichnet man hier die Länge des Schlieſsungsdrahtes auſser den im Funkenmesser befindlichen 8′ mit x, so folgt aus

$$8 : 8+x = 16,21 : 40,00$$

Digitized by Google

$x = 11{,}74$; da aber der Schlieſsungsdraht $= 10{,}7$ ist, so bleibt für den Draht in der Nebenbatterie 1',04 übrig, welche Zahl, wie es seyn muſs, wirklich doppelt so groſs ist als 0',5, die für zwei Flaschen in der Nebenbatterie gefunden wurde. Indeſs durch eine andere Beobachtung, die ich für einen besondern Zweck anstellte, wurde ich darauf geführt, daſs bei dem Ladungsstrome noch eigenthümliche Spannungsverhältnisse vorkommen müſsten. Stellt man nämlich nach Fig. 10, Taf. I [1]), eine Batterie *I* auf, deren Schlieſsungsdraht *ICABE* ist, zur Ladung nur durch den Auslader *C* unterbrochen, und verbindet *A* und *B* mit der Innen- und Auſsenseite einer isolirten Nebenbatterie *K*, doch so, daſs vor der Innenseite bei *A* der Funkenmesser eingeschaltet ist, so zeigt sich in demselben Momente, wo sich die Hauptbatterie über *C* entladet, zwischen den Kugeln des Funkenmessers ein intensiver Funke, und die Batterie *K* ist doch bei der nachfolgenden Untersuchung vollkommen entladen; sie zeigt selbst nicht die geringste Spur eines Residuums. Die Distanz, die man den Kugeln des Funkenmessers geben kann, ist genau der Spannungsdifferenz zwischen *A* und *B* gleich; daher ist der überschlagende Funke vielleicht weniger auffallend, als daſs sich die Nebenbatterie *K* in derselben Zeit wieder entladen hat, im Funken also Ladung und vollständige Entladung zu gleicher Zeit stattfindet. Um dieſs Verhältniſs für den Ladungsstrom zu untersuchen, stellte ich die nicht isolirte Hauptbatterie nach Fig. 11, Taf. I [1]), in *I* auf und führte aus ihrem Innern den Schlieſsungsdraht *A* bis zum Auslader *M*, dann als *B* bis zu einem Napfe des Funkenmessers *F*, ferner als *D* bis zum Innern der isolirten Nebenbatterie *K*; von ihrer Auſsenseite ging der Schlieſsungsdraht weiter als *E* bis zum zweiten Napf des Funkenmessers und von da als *C* zur Auſsenseite der Hauptbatterie. Bei den Versuchen wurde nun einmal die Flaschenzahl in der Haupt- und Nebenbatterie verändert, zweitens die Kupferdrähte *ABCDE* von verschiedener Länge genommen; darauf wurde bei der Entladung der Hauptbatterie die Schlagweite (SW.) am Funkenmesser be-

1) D. h. Taf. I des vorigen Bandes.

Digitized by Google

obachtet und auf eine Ladung der Hauptbatterie =40,00 reducirt. Ich werde zunächst die sämmtlichen Versuche mittheilen, und darin mit *ABCDE* die Längen der den Schlieſsungsbogen bildenden Kupferdrähte mit Ausschluſs des Ausladers und auſserdem die Summen $A+B+C$ mit H und $D+E$ mit N bezeichnen.

No. 1. Hauptbatterie aus zwei Flaschen, Nebenbatterie aus zwei Flaschen.

1) $H=14$, $N=3$.

a) $A=2$ $B=9$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	38,83	33,40
46,5	39,08	33,62
43,0	36,52	33,97
43,0	36,46	33,91
39,5	33,52	33,94
39,5	33,46	33,88
	Mittel	33,79

b) $A=7$ $B=4$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	39,02	33,57
46,5	39,14	33,67
43,0	36,02	33,51
43,0	35,90	33,40
39,5	33,02	33,44
39,5	33,31	33,75
	Mittel	33,56

c) $A=3$ $B=4$ $C=7$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	38,96	33,52
46,5	39,14	33,67
43,0	36,14	33,62
43,0	36,08	33,57
39,5	32,90	33,31
39,5	32,84	33,25
	Mittel	33,49

d) $A=3$ $B=2$ $C=9$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	39,08	33,62
46,5	39,02	33,57
43,0	36,21	33,68
43,0	36,33	33,79
39,5	33,21	33,62
39,5	33,33	33,74
	Mittel	33,67

Gesammtmittel =33,63.

2) $H=10$, $N=3$.

a) $A=2$ $B=5$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob	Red. SVV.
46,5	36,39	31,30
46,5	36,33	31,25
43,0	34,21	31,82
43,0	34,21	31,82
39,5	31,39	31,77
39,5	31,39	31,77
	Mittel	31,62

b) $A=3$ $B=2$ $C=5$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	36,77	31,63
46,5	36,89	31,73
43,0	33,71	31,38
43,0	33,96	31,59
39,5	31,21	31,60
39,5	31,27	31,66
	Mittel	31,60

Gesammtmittel =31,61.

Digitized by Google

3) $H=7$, $N=3$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob	Red. SVV.
46,5	33,89	29,15
46,5	33,83	29,10
43,0	31,83	29,61
43,0	31,95	29,72
39,5	29,14	29,51
39,5	29,27	29,63
	Mittel	29,45

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob	Red. SVV.
46,5	34,27	29,50
46,5	34,33	29,55
43,0	31,52	29,29
43,0	31,64	29,43
39,5	29,27	29,64
39,5	29,08	29,45
	Mittel	29,48

Gesammtmittel = 29,47.

4) $H=11$, $N=5$.

a) $A=2$ $B=6$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	33,21	28,57
46,5	33,08	28,46
43,0	30,71	28,57
43,0	30,59	28,46
39,5	28,39	28,74
39,5	28,27	28,62
	Mittel	28,57

b) $A=6$ $B=2$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	33,21	28,57
46,5	33,27	28,62
43,0	30,77	28,62
43,0	30,59	28,46
39,5	28,21	28,56
39,5	28,33	28,68
	Mittel	28,58

c) $A=2$ $B=2$ $C=7$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	33,21	28,57
46,5	33,21	28,57
43,0	31,00	28,84
43,0	30,94	28,78
39,5	28,69	29,05
39,5	28,77	29,11
	Mittel	28,82

d) $A=2$ $B=2$ $C=7$ $D=2$ $E=3$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	33,52	28,84
46,5	33,58	28,89
43,0	31,27	29,09
43,0	31,27	29,09
39,5	28,96	29,32
39,5	29,02	29,38
	Mittel	29,10

Gesammtmittel = 28,77.

5) $H=9$, $N=5$.

a) $A=2$ $B=4$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	32,14	27,65
46,5	32,14	27,65
43,0	29,02	27,00
43,0	29,27	27,23
39,5	27,08	27,42
39,5	26,96	27,30
	Mittel	27,38

b) $A=4$ $B=2$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SVV. beob.	Red. SVV.
46,5	31,90	27,44
46,5	31,96	27,49
43,0	29,08	27,05
43,0	29,08	27,05
39,5	26,96	27,30
39,5	27,14	27,48
	Mittel	27,30

Digitized by Google

c) $A=2$ $B=2$ $C=5$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	31,90	27,44
46,5	32,02	27,55
43,0	29,21	27,17
43,0	29,58	27,52
39,5	27,39	27,73
39,5	27,45	27,79
	Mittel	27,53

d) $A=2$ $B=2$ $C=5$ $D=2$ $E=3$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	32,20	27,70
46,5	32,33	27,81
43,0	30,27	28,16
43,0	30,21	28,10
39,5	27,96	28,31
39,5	28,02	28,37
	Mittel	28,07

Gesammtmittel = 27,57.

6) $H=7$, $N=5$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	29,52	25,39
46,5	29,40	25,29
43,0	27,83	25,88
43,0	27,83	25,88
39,5	25,14	25,45
39,5	25,08	25,39
	Mittel	25,55

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=3$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	30,02	25,82
46,5	29,90	25,71
43,0	28,46	26,47
43,0	28,52	26,53
39,5	25,96	26,28
39,5	25,96	26,28
	Mittel	26,18

Gesammtmittel = 25,86.

7) $H=7$, $N=7$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=6$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	26,27	22,59
46,5	26,27	22,59
43,0	24,46	22,75
43,0	24,65	22,93
39,5	22,39	22,67
39,5	22,27	22,55
	Mittel	22,68

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=5$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	26,83	23,08
46,5	26,77	23,03
43,0	25,14	23,39
43,0	25,14	23,39
39,5	23,14	23,43
39,5	23,14	23,43
	Mittel	23,29

c) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=4$ $E=3$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	26,46	22,76
46,5	26,52	22,81
43,0	25,02	23,27
43,0	24,96	23,22
39,5	23,02	23,31
39,5	23,08	23,37
	Mittel	23,12

Gesammtmittel = 23,03.

Digitized by Google

8) $H=7$, $N=11$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=10$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	27,27	23,46
46,5	27,21	23,41
43,0	25,46	23,73
43,0	25,34	23,62
39,5	23,27	23,57
39,5	23,14	23,44
	Mittel	23,54

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=9$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	27,02	23,24
46,5	27,02	23,24
43,0	25,08	23,33
43,0	25,02	23,28
39,5	23,02	23,31
39,5	23,02	23,31
	Mittel	23,29

c) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=6$ $E=5$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	27,02	23,24
46,5	27,02	23,24
43,0	25,14	23,38
43,0	25,20	23,43
39,5	23,14	23,43
39,5	23,33	23,62
	Mittel	23,39

Gesammtmittel = 23,41.

9) $H=7$, $N=15$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=14$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	30,20	25,98
46,5	30,32	26,08
43,0	28,08	26,12
43,0	28,02	26,16
39,5	26,02	26,35
39,5	26,02	26,35
	Mittel	26,16

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=13$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	29,89	25,71
46,5	29,89	25,71
43,0	27,58	25,66
43,0	27,58	25,66
39,5	25,46	25,78
39,5	25,58	25,90
	Mittel	25,74

c) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=10$ $E=5$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	29,83	25,66
46,5	29,89	25,71
43,0	27,83	25,89
43,0	27,89	25,94
39,5	25,77	26,09
39,5	25,77	26,09
	Mittel	25,90

Gesammtmittel = 25,93.

10) $H=7$, $N=23$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=22$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	33,90	29,16
46,5	33,90	29,16
43,0	31,46	29,27
43,0	31,52	29,33
39,5	29,31	29,68
39,5	29,37	29,74
	Mittel	29,39

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=21$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	33,90	29,16
46,5	34,02	29,26
43,0	31,46	29,27
43,0	31,46	29,27
39,5	29,02	29,38
39,5	29,02	29,38
	Mittel	29,29

Gesammtmittel = 29,34.

Digitized by Google

No. II. Hauptbatterie aus zwei Flaschen, Nebenbatterie aus einer Flasche.

1) $H=14$, $N=3$.

a) $A=3$ $B=8$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	56,27	48,40
43,0	52,08	48,45
39,5	48,02	48,62
	Mittel	48,49

b) $A=3$ $B=2$ $C=9$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	56,27	48,40
43,0	52,21	48,57
39,5	47,96	48,56
	Mittel	48,51

Gesammtmittel = 48,50.

2) $H=10$, $N=3$.

a) $A=3$ $B=4$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	54,02	46,47
43,0	49,39	45,94
39,5	46,02	46,60
	Mittel	46,34

b) $A=3$ $B=2$ $C=5$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	53,64	46,12
43,0	49,96	46,47
39,5	45,83	46,40
	Mittel	46,33

Gesammtmittel = 46,33.

3) $H=11$, $N=5$.

a) $A=2$ $B=6$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	50,77	43,67
43,0	47,38	43,79
39,5	43,21	43,75
	Mittel	43,74

b) $A=2$ $B=2$ $C=7$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	50,90	43,79
43,0	47,64	44,32
39,5	43,58	44,12
	Mittel	44,08

Gesammtmittel = 43,91.

4) $H=9$, $N=5$.

a) $A=2$ $B=4$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	49,02	42,17
43,0	45,27	42,11
39,5	41,83	42,37
	Mittel	42,22

b) $A=2$ $B=2$ $C=5$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	49,21	42,33
43,0	45,33	42,17
39,5	42,14	42,66
	Mittel	42,39

Gesammtmittel = 42,30.

Digitized by Google

5) $H=7$, $N=3$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	50,64	43,56
43,0	46,71	43,45
39,5	43,39	43,93
	Mittel	43,65

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	50,90	43,79
43,0	47,21	43,87
39,5	43,46	44.00
	Mittel	43,89

Gesammtmittel = 43,77.

6) $H=7$, $N=5$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	47,08	40,50
43,0	43,33	40,31
39,5	40,14	40,64
	Mittel	40,48

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=3$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	46,90	40,34
43,0	43,33	40,31
39,5	40,08	40,58
	Mittel	40,41

Gesammtmittel = 40,44.

7) $H=7$, $N=7$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=6$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	43,69	37,58
43,0	40,21	37,40
39,5	37,21	37,67
	Mittel	37,55

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=5$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	43,77	37,65
43,0	40,77	37,93
39,5	37,71	38,17
	Mittel	37,92

Gesammtmittel = 37,73.

8) $H=7$, $N=11$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=10$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	38,46	33,09
43,0	35,64	33,15
39,5	33,02	33,44
	Mittel	33,23

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=9$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	38,96	33,52
43,0	35,83	33,31
39,5	33,08	33,49
	Mittel	33,44

Gesammtmittel = 33,33.

Digitized by Google

9) $H=7$, $N=15$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=14$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	36,08	31,04
43,0	33,33	31,00
39,5	30,77	31,16
	Mittel	31,07

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=13$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	36,08	31,04
43,0	33,64	31,29
39,5	30,96	31,35
	Mittel	31,28

Gesammtmittel $=31,15$.

10) $H=7$, $N=19$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=18$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	34,46	29,64
43,0	31,96	29,73
39,5	29,52	29,89
	Mittel	29,75

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=17$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	34,52	29,69
43,0	32,08	29,84
39,5	29,52	29,89
	Mittel	29,81

Gesammtmittel $=29,78$.

11) $H=7$, $N=23$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=22$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	35,39	30,44
43,0	33,02	30,71
39,5	30,33	30,71
	Mittel	30,62

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=21$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	35,27	30,34
43,0	33,08	30,77
39,5	30,52	30,90
	Mittel	30,67

Gesammtmittel $=30,64$.

12) $H=7$, $N=27$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=26$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	36,64	31,52
43,0	34,02	31,65
39,5	31,39	31,78
	Mittel	31,65

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=25$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	36,45	31,37
43,0	34,02	31,65
39,5	31,46	31,85
	Mittel	31,62

Gesammtmittel $=31,63$.

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW. beob.	red. SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	50.90	43.79
[illegible]	[illegible]	[illegible]	43.[illegible]	[illegible]	43.5[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	43.6[illegible]	44.00
	Mittel	[illegible]		Mitte	43.[illegible]

[illegible] = 43.[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW. beob.	red. SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	42.9	40.3[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	43.[illegible]	[illegible]	40.3[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	40.[illegible]
	Mittel	[illegible]		Mitte	40.[illegible]

[illegible] = 40.4.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW. beob.	red. SW	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	52.0
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	50.[illegible]
	Mittel	[illegible]		Mitte	5[illegible]	Mitte[illegible]

[illegible] = [illegible]

[illegible] = 1.

[illegible] E = [illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	Mittel	[illegible]	

[illegible] = [illegible]

Digitized by Google

9) $H=7$, $N=15$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=14$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	36,08	31,04
43,0	33,33	31,00
39,5	30,77	31,16
	Mittel	31,07

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=13$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	36,08	31,04
43,0	33,64	31,29
39,5	30,96	31,35
	Mittel	31,28

Gesammtmittel = 31,15.

10) $H=7$, $N=19$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=18$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	34,46	29,64
43,0	31,96	29,73
39,5	29,52	29,89
	Mittel	29,75

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=17$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	34,52	29,69
43,0	32,08	29,84
39,5	29,52	29,89
	Mittel	29,81

Gesammtmittel = 29,78.

11) $H=7$, $N=23$.

a) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=22$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
[illegible]	35,[illegible]	30,44
[illegible]	33,[illegible]	30,71
[illegible]	30,33	30,71
	Mittel	30,62

b) $A=2$ $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=21$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	35,27	30,34
43,0	33,0[illegible]	30,77
39,5	30,52	30,90
	Mittel	30,67

Gesammtmittel = 30,64.

12) ... $N=27$.

a) ... $B=2$ C ... $E=1$.

b) ... $B=2$ $C=3$ $D=2$ $E=25$.

... lar,
... $+ C$
... nzen
... Wir
... ellen

No III. **Hauptbatterie aus drei Flaschen, Nebenbatterie aus einer Flasche.**

1) $H=14$, $N=3$.

$A=3$ $B=8$ $C=3$
$D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	64,08	55,12
43,0	59,71	55,54
39,5	55,14	55,83
	Mittel	55,50

2) $H=10$, $N=3$.

$A=3$ $B=4$ $C=3$
$D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	61,64	53,02
43,0	56,90	52,93
39,5	51,96	52,61
	Mittel	52,85

3) $H=7$, $N=3$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	59,27	50,98
43,0	54,46	50,66
39,5	50,46	51,09
	Mittel	50,91

4) $H=7$, $N=5$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	55,39	47,65
43,0	51,00	47,44
39,5	47,52	48,12
	Mittel	47,74

5) $H=7$, $N=7$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=6$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	51,77	44,53
43,0	47,85	44,51
39,5	43,96	44,51
	Mittel	44,52

6) $H=7$, $N=11$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=10$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	46,58	40,07
43,0	43,08	40,07
39,5	39,64	40,14
	Mittel	40,09

7) $H=7$, $N=15$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=14$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	43,65	37,55
43,0	40,27	37,46
39,5	37,52	37,99
	Mittel	37,67

8) $H=7$, $N=23$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=22$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	39,52	34,21
43,0	36,71	34,15
39,5	34,02	34,44
	Mittel	34,27

No. IV. **Hauptbatterie aus einer Flasche, Nebenbatterie aus zwei Flaschen.**

1) $H=19$, $N=3$.

$A=6$ $B=2$ $C=11$
$D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	26,96	23,19
43,0	25,14	23,39
39,5	23,27	23,56
	Mittel	23,38

2) $H=14$, $N=3$.

$A=3$ $B=8$ $C=3$
$D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	25,46	21,90
43,0	23,08	21,47
39,5	21,64	21,91
	Mittel	21,76

3) $H=19$, $N=5$.

$A=6$ $B=2$ $C=11$
$D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	24,58	21,13
43,0	22,77	21,18
39,5	20,64	20,90
	Mittel	21,07

4)

4) $H=10$, $N=3$.

$A=3$ $B=4$ $C=3$
$D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	23,14	19,90
43,0	21,52	20,02
39,5	20,08	20,33
	Mittel	20,08

5) $H=13$, $N=5$.

$A=2$ $B=8$ $C=3$
$D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	21,90	18,84
43,0	20,27	18,86
39,5	18,70	18,93
	Mittel	18,88

6) $H=7$, $N=3$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=2$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	21,08	18,13
43,0	19,30	17,95
39,5	18,00	18,23
	Mittel	18,10

7) $H=7$, $N=5$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=4$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	17,68	15,21
43,0	16,42	15,28
39,5	15,19	15,38
	Mittel	15,29

8) $H=7$, $N=7$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=6$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	20,08	17,27
43,0	18,63	17,33
39,5	17,01	17,22
	Mittel	17,27

9) $H=7$, $N=11$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=10$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	24,39	20,98
43,0	22,58	21,47
39,5	20,90	21,16
	Mittel	21,20

10) $H=7$, $N=15$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$
$D=14$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	28,39	24,42
43,0	26,33	24,49
39,5	24,39	24,69
	Mittel	24,53

11) $H=7$, $N=23$.

$A=2$ $B=2$ $C=3$.
$D=22$ $E=1$.

L. d. B.	SW. beob.	Red. SW.
46,5	31,58	27,07
43,0	29,33	27,28
39,5	26,90	27,24
	Mittel	27,20

Aus den vorstehenden Zahlen ist ohne Weiteres klar, daſs die beobachteten Schlagweiten nur von $H=A+B+C$ und von $N=D+E$ abhängen, da die kleinen Differenzen sich aus der Natur der Sache hinreichend erklären. Wir können demnach die Versuche in nachstehenden Tabellen übersichtlicher darstellen.

Digitized by Google

No. I. Hauptbatterie zwei Flaschen, Nebenbatterie zwei Flaschen.

H.	*N.*	Red. SW. beob.	Red. SW. ber.	*x.*
14	3	33,63	33,41	40,26
10	3	31,61	31,55	40,08
7	3	29,47	29,43	40,07
11	5	28,77	28,98	39,84
9	5	27,57	27,61	40,00
7	5	25,86	25,75	40,14
7	7	23,03	23,08	39,98
7	11	23,41	23,38†	40,05
7	15	25,93	26,18†	
7	23	29,34	29,69†	

No. II. Hauptbatterie zwei Flaschen, Nebenbatterie eine Flasche.

H.	*N.*	Red. SW. beob.	Red. SW. ber.	*x.*
14	3	48,50	47,69	53,85
10	3	46,33	46,06	53,38
11	5	43,91	43,96	53,10
9	5	42,50	42,59	52,85
7	3	43,77	43,98	52,98
7	5	40,44	40,79	52,88
7	7	37,73	38,28	52,74
7	11	33,33	33,92	52,70
7	15	31,15	30,89	53,37
7	19	29,78	29,37†	53,15
7	23	30,64	31,73†	
7	27	31,69	33,67†	

No. III. Hauptbatterie drei Flaschen, Nebenbatterie eine Flasche.

H.	*N.*	Red. SW. beob.	Red. SW. ber.	*x.*
14	3	55,50	54,11	59,81
10	3	52,85	52,69	58,77
7	3	50,91	50,81	58,70
7	5	47,74	47,70	58,62
7	7	44,52	45,43	58,04
7	11	40,09	41,42	57,75
7	15	37,67	38,40	58,16
7	23	34,27	33,98	58,90
				58,60

Digitized by Google

No. IV. Hauptbatterie eine Flasche, Nebenbatterie zwei Flaschen.

H.	*N.*	Red. SW. beob.	Red. SW. ber.	*x.*
19	3	23,38	23,24	29,28
14	3	21,76	21,86	29,12
19	5	21,07	20,89	29,38
10	3	20,08	20,17	29,12
13	5	18,88	18,78	29,31
7	3	18,10	18,29	29,12
7	5	15,29	15,28	29,21
7	7	17,27	17,13*	29,22
7	11	21,20	21,34*	
7	15	24,53	24,11*	
7	23	27,20	27,52*	

Uebersieht man die gefundenen Zahlen, so wird man bemerken, 1) daſs die Schlagweiten sowohl nach der Hauptbatterie als nach der Nebenbatterie zu gröſser werden und in der Mitte der kleinste Werth liegt; 2) daſs die Zahlen nach beiden Batterien zu desto gröſser ausfallen, je mehr Flaschen die Hauptbatterie und je weniger die Nebenbatterie enthält; im äuſsersten Falle No. III finden sich Schlagweiten bis zu 55,50, während die Ladung der Hauptbatterie nur auf eine Schlagweite $=40{,}00$ gebracht war; 3) daſs der kleinste Werth der beobachteten Schlagweiten desto weiter von der Nebenbatterie fortrückt, je weniger Flaschen sie im Verhältniſs zur Hauptbatterie enthält; in No. III ist der Wendepunkt noch nicht erreicht worden. — Zur Berechnung der Facta bin ich von folgenden Principien ausgegangen: Enthält die Hauptbatterie n, die Nebenbatterie m Flaschen, so ist nach hergestelltem Gleichgewicht die Spannung in beiden $=\frac{40{,}00\,n}{n+m}$; vor diesem Zustande, wo beide noch auf einander reagiren, ist die Spannung, die eben hier in Betracht kommt, in beiden $=\frac{80{,}00\,n}{n+m}$. Jede von beiden bewirkt an der Stelle, wo der Funkenmesser steht, eine solche Spannungsdifferenz oder Schlagweite, als wollte sie sich durch die andere, als eine von Elektricität

Digitized by Google

freien, entladen, und der Funkenmesser zeigt die von derjenigen Batterie erzeugte Spannungsdifferenz an, welche die gröſsere ist. Zu den gemessenen und angegebenen Drähten *H* und *N* kommen jedoch zunächst für die Hauptbatterie der Auslader $=0',7$ hinzu, ferner die Drähte in den Flaschen selbst, also für eine Flasche $1',0$, für zwei $0',5$, für drei $0',3$, endlich muſs das in der Hauptbatterie bleibende Residuum, das ich nach einigen Versuchen auf $\frac{1}{8}$ der Ladung anschlage, als Drahtlänge $=\frac{H+N}{8}$ zu H hinzugefügt werden, sobald die Entladung von der Nebenbatterie her erfolgt. Aus diesen so bestimmten Werthen von H und N entnimmt man die compensirten, bei der Berechnung gültigen Längen $=nH$ und mN, oder wenn man für N die gemessene Gröſse unmittelbar beibehalten will, für H den Werth $\frac{n}{m}H$. Dieſs wären die Annahmen, wonach die Spannungen in den Batterien für No. I $=40,00$, für No. II $=53,33$, für No. III $=60,00$, und für No. IV $=26,67$ wären, wenn nicht die Flaschen, weniger nach der Gröſse der belegten Flächen, als nach der Glasstärke, somit der bindenden Kraft nach ungleich wären, wie sich dieſs auch bei Verwechslung der einzelnen Flaschen bald zeigte. Es blieb hier also nichts anders übrig, als zunächst n und m und damit die Spannungen x der Batterien unbestimmt zu lassen, und aus den Beobachtungen selbst, da die compensirte Länge von $A+B+C$ nach den erforderlichen Ergänzungen

$$=\frac{n}{m}H \text{ und } x=\frac{80,00\,n}{n+m}=\frac{80,00\,\frac{n}{m}}{\frac{n}{m}+1}, \text{ also } \frac{n}{m}=\frac{x}{80,00-x}$$

ist, den Werth von x zu suchen. Nimmt man z. B. die erste Beobachtung in No. III, so ist $H=14+0,7+0,3+\frac{15+4}{8}=17,4$, $N=3+1,0=4$, also verhält sich $\frac{x}{80,00-x}\,.\,17,4 : \frac{x}{80,00-x}\,.\,17,4+4=55,50:x$, und dieſs giebt $x=59,81$.

Digitized by Google

Das Mittel der für die Nebenbatterie berechneten Werthe von x, die man in den obigen Tabellen findet, diente darauf zur Berechnung der Schlagweiten, die hier, wo keine wirkliche Strömung stattfindet, gerade wie bei den ähnlichen in meiner letzten Abhandlung nachgewiesenen Spannungen unmittelbar so genommen wurden, wie sie der Funkenmesser angab. Nach dem Ausfall der Berechnung wird man hoffentlich die Ueberzeugung gewinnen, daſs die angenommenen Principien ziemlich genau mit der Natur der Sache übereinstimmen müssen, indeſs habe ich selbst für den Fall, wo die Hauptbatterie die am Funkenmesser beobachtete Schlagweite bedingt, noch einige kleine Bedenken. Denn obschon auch hier, wo das Residuum nun nicht mehr in Anschlag kommt, da es selbst zur Spannung der Batterie gehört, die in No. I mit † bezeichneten Berechnungen stimmen, so gehen doch die ebenso bezeichneten Werthe in No. II etwas über das Maaſs hinaus, und scheinen noch eine kleine Correction zu verlangen. Die Bestimmung dieser Correction blieb aber miſslich, weil ich des Ausladers wegen den Werth von $A + B + C$ nicht unter 7 bringen und damit der Hauptbatterie mit dem Funkenmesser nicht nahe genug kommen konnte; in No. III fielen überdieſs diese Beobachtungen ganz aus, und in No. IV, welcher Fall sonst günstig gewesen wäre, ist die Spannungsdifferenz, welche aus dem Ladungsstrom unmittelbar entsteht und demnach zu den Angaben des Funkenmessers noch 2,61 verlangt, gröſser als die, welche aus der Reaction der beiden Batterien auf einander hervorgeht; somit muſsten die mit * bezeichneten Werthe aus dem eigentlichen Ladungsstrom berechnet werden, und trugen zur Lösung des noch vorhandenen Bedenkens nichts bei. — Meine Ansichten über die vorstehenden Thatsachen, die ich nur einfach referirt habe, mag ich jetzt noch nicht mittheilen, da sie der Facta wegen wieder von den herrschenden Meinungen abweichen und deshalb Anstoſs geben werden; ich will sie auseinandersetzen, sobald ich die hiermit zusammenhängende, aber viel complicirtere Untersuchung über die Strömungen in den

Digitized by Google

Schlieſsungsdrähten der Haupt- und Nebenbatterie beendigt haben werde, wenn beide nach Fig. 1, Taf. I, doch ohne Funkenmesser bei *A* mit einander combinirt sind.

III. *Beobachtungen an elektrischen Telegraphen.*

An einem im J. 1844 von Morse (im Staaten-Verein) errichteten elektrischen Telegraphen hat man die Erfahrung gemacht, daſs heftige Blitzschläge eines an zwanzig (englische) Meilen entfernten Gewitters einen solchen Strom in den Drähten erregten, daſs der Telegraph von selbst zu arbeiten anfing. Hr. Page, welcher die erste Beobachtung dieser Art Hrn. Prof. Henry zuschreibt, bemerkt dabei, daſs auſser solchen plötzlichen Impulsen auch schwächere anhaltende Ströme vorkommen, welche die Nadel eines in die Drahtleitung eingeschalteten Galvanometers zuweilen um 10° ablenken und einige Zeit in dieser Ablenkung erhalten. Die Ursache dieser Erscheinung setzt er in Wolken oder Luftmassen, die in verschiedenen elektrischen Zuständen über den Gebäuden hinwegziehen.

Derselbe glaubt auch auf folgende Erfahrung hin die feuchte Luft als einen schwachen Leiter der galvanischen Elektricität betrachten zu dürfen. Eine Kupferfläche von 22000 Quadratfuſs, die das Dach eines Gebäudes bildete, und eine isolirt vom Boden und von diesem Gebäude im Freien aufgestellte Zinkplatte von vier Quadratfuſs hatte er durch Drähte mit einem empfindlichen Galvanometer verbunden. So wie er die Zinkplatte mit Wasser anfeuchtete, wich die Nadel um 5 Grad ab. Es herrschte während der Zeit ein schwacher (*slight drizzling*) Regen. (Silliman Journ. *S. II, Vol. II, p.* 206 und 406.)

IV. *Ueber die Bestimmung elektrischer Dichtigkeiten in der Torsionswage;*
von Peter Riess.

Nachdem Coulomb im Jahre 1785 die elektrische Torsionswage angegeben und mit ihr das Grundgesetz der elektrischen Abstoſsung bewiesen hatte, benutzte er dieselbe bis zu seinem Tode (1806) zur Bestimmung der elektrischen Anordnung auf einzelnstehenden und von andern influencirten Leitern. Die von ihm darüber veröffentlichten Messungen, vermehrt durch eine Nachlese, die in seinen hinterlassenen Papieren von Biot gehalten wurde, bilden bis auf die neueste Zeit den ganzen Bestand der maaſsgebenden Erfahrungen über die in's Gleichgewicht gekommene Elektricität. Die Torsionswage ist nach Coulomb nur von Wenigen benutzt worden, und zwar mit geringem Erfolge; es entstanden Klagen über die Unzuverlässigkeit des Instruments, Klagen über die schwierige Handhabung desselben — um nur die bereits vorliegenden Messungen zu retten, griff man zu einem gefährlichen Mittel. Coulomb, sagt Egen [1]), hatte eine ausgezeichnete Beobachtungsgabe, die, wie andere Geistesgaben, der Himmel schenken muſs, die Drehwage war sein Kind, sein liebes Kind; nur mit seinem Talente und Tausenden von Beobachtungen seyen die Mängel der Wage zu überwinden gewesen. Solche Meinung, öfter wiederholt, hat in zwiefacher Hinsicht nachtheilig gewirkt. Die Physiker, die Prüfung scheuend, ob sie ein angebornes Talent für die Torsionswage besäſsen, wichen von dem Instrumente zurück, und, da diese durch kein anderes ersetzt werden konnte, auch von messenden elektrischen Versuchen; die Mechaniker lieſsen es an der nöthigen Sorgfalt fehlen, eine Wage brauchbar herzustellen, die doch nur als Schaustück in den Sammlungen dienen sollte. So wurde

1) Poggendorff's Annalen Bd. 5, S. 215.

die eingebildete Unvollkommenheit der Torsionswage eine wirkliche, und dieselbe sank von der Bedeutung eines messenden zu der eines anzeigenden Instrumentes herab.

Ich habe vor einigen Jahren elektrische Messungen, die an der Torsionswage erhalten waren, bekannt gemacht [1]), und da ich dieselbe neuerdings wieder vielfach benutzt habe, so will ich meine Erfahrungen über Einrichtung und Gebrauch der Wage, wie über die Wahl der Bestimmungsmethode, zusammenstellen, wodurch es mir gelingen möchte, das Instrument zu seiner frühern Bedeutung zu erheben. Mühe bei Einrichtung und Aufstellung der Wage, Sorgfalt bei den elektrischen Messungen sind dem Beobachter nicht zu erlassen, aber aufserdem ist dazu keineswegs eine nur durch lange Uebung zu gewinnende Geschicklichkeit erforderlich. Zwei meiner Freunde, die niemals elektrische Messungen angestellt hatten, erhielten an meiner Wage gleich zum Erstenmale Bestimmungen elektrischer Dichtigkeiten, die den meisten Coulomb'schen Bestimmungen an Genauigkeit nicht nachstehen. — Aus einem Grunde, der sich im Verlaufe der Abhandlung ergeben wird, stelle ich die Erörterung der Bestimmungsmethoden voran und will erst zum Schlusse die Einrichtung meiner Wage beschreiben, bei welcher ich von Coulomb's Angaben nicht wesentlich abgegangen bin.

A. Methoden zur Bestimmung elektrischer Dichtigkeiten.

Die Dichtigkeit einer Stelle eines elektrisirten Körpers wird durch die Elektricitätsmenge bestimmt, die eine kleine Kugel oder Scheibe, Prüfungskörper genannt, von jener Stelle empfängt, und diese Menge wird in der Torsionswage gemessen durch die Abstofsung des in einer Horizontalebene beweglichen Wagebalkens durch den feststehenden Prüfungskörper. Da dieser Abstofsung durch Drehung des Aufhängedrahts entgegengewirkt werden kann, so bezieht sich die Beobachtung, je nach der Messungsmethode, auf

1) Abhandlungen d. Akad. d. Wiss. f. 1844.

Digitized by Google

die Elongation des Balkens und die Torsion des Drahtes, oder auf Elongation allein, oder auf Torsion allein. Da die letzte Beobachtung am schärfsten ausgeführt werden kann, die leichteste und in fast allen vorkommenden Fällen anwendbar ist, so werde ich dieselbe hier allein betrachten, zumal da sich Alles beizubringende ohne Weiteres auf die beiden ersten Messungsarten anwenden läſst. Diese Messung ist der an der Gewichtswage gebräuchlichen ähnlich. Man giebt dem Wagebalken vor der Messung eine bestimmte Elongation, deren Werth man nicht zu kennen braucht, und stellt den Torsionskreis auf Null. Durch Elektrisirung des Balkens und Einführung des Prüfungskörpers in die Wage wird die Elongation vergröſsert; nachdem dieselbe durch Drehung des Torsionskreises auf den frühern Werth gebracht ist, liest man den Stand des Kreises ab. Es gebe dieser eine Drehung von t Graden an, so wird die gesuchte Elektricitätsmenge und Dichtigkeit durch $\sqrt{t}$ oder t ausgedrückt. Der erste Ausdruck gilt, wenn die Elektrisirung des Wagebalkens durch die zu bestimmende Elektricitätsmenge selbst geschehen ist, ein Fall, der nur selten durch den Versuch geboten wird, und auſser andern Uebelständen auch den mit sich führt, daſs einzelne Bestimmungen nur in längern Zwischenräumen gemacht werden können. Der Torsion t selbst proportional ist die Elektricitätsmenge, wenn der Wagebalken unabhängig von dem Prüfungskörper elektrisirt worden ist, welcher Fall hier allein betrachtet werden soll.

Mit der Bestimmung Einer elektrischen Dichtigkeit ist Nichts geleistet. Da nämlich die Dichtigkeit einer Stelle eines Leiters proportional der ganzen Elektricitätsmenge, die der Leiter enthält, also mit der Zeit veränderlich ist, so wird die Bestimmung einer zweiten Dichtigkeit verlangt, auf welche jene erste bezogen werden kann. Man sucht ein Dichtigkeitsverhältniſs und bedarf dazu zwei Messungen in der Torsionswage, die als an einem und demselben Zeitpunkte angestellt betrachtet werden können. Da nun diese beiden Messungen in der Wage nothwendig in der Zeit

Digitized by Google

nach einander gewonnen werden, so wird bei jeder Bestimmungsmethode eine Rechnung nothwendig, die eine dieser Messungen auf den Zeitpunkt der andern zu reduciren. Coulomb hatte gefunden [1]), als er die Abstoſsung des Balkens der Wage durch einen Prüfungskörper in kurzen Zeitintervallen durch Torsion maſs, daſs die Abnahme des Torsionswinkels nahe proportional dem Mittel der beiden beobachteten Torsionswinkel und der verflossenen Zeit ist. Er setzte daher, wenn t eine beobachtete Torsion, $\frac{1}{p}$ eine Constante bedeutet, das Decrement des Winkels, $-dt$ in dem Zeittheilchen dz

$$-dt = \frac{1}{p} t\, dz.$$

Hiervon ist das vollständige Integral:

$$-\log t = \frac{z}{p} + Cst.$$

oder, wenn t_0 die Torsion am Anfang, t_z dieselbe am Ende des Zeitintervalls z bedeutet,

$$\log t_0 = \log t_z + \frac{z}{p} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1),$$

in welchem Ausdrucke natürliche Logarithmen gemeint sind, und $\frac{z}{p}$ mit 0,4343 zu multipliciren ist, wenn man sich gemeiner Logarithmen bedienen will.

Diese Formel leistet die oben verlangte Reduction. Hat man eine Torsion t_z beobachtet, so kann man die Torsion t_0 berechnen, die z Minuten vor oder nach der Beobachtung gefunden wäre, indem man z positiv oder negativ setzt. Es wird dabei die Constante p bekannt seyn müssen; eine Kenntniſs, die man aus der vorläufigen Beobachtung zweier in der Zeit z' auseinanderliegenden Torsionen t_z und $t_z{'}$ erlangt, indem $p = \frac{z'}{\log t_z - \log t_z{'}}$. Diese Rechnung würde leicht auszuführen seyn, wenn p in der That, wie es Coulomb angiebt, nur mit der Witterung veränderlich und also für eine längere Beobachtungsreihe constant wäre. Dieſs ist

1) *Mém. de l'Acad. d. scienc. Par.* 1785, *p.* 617.

Digitized by Google

aber, wie ich in dem folgenden Abschnitte zeigen werde, nicht der Fall; der Werth von p hängt von Bedingungen ab, die sich in den Versuchen, bei welchen die Reductionsformel gebraucht wird, nothwendig ändern, derselbe ist daher von einer Bestimmung einer Dichtigkeit zu einer andern als veränderlich zu betrachten, und muſs jedesmal auf's Neue bestimmt werden. Hierdurch wird die Anwendung jener Formel sehr mühsam, und es mag dieſs der Grund seyn, weshalb **Coulomb** sich derselben nur selten bedient hat, und fast alle Bestimmungen von Dichtigkeiten zu einer Zeit ausführte, in der er eine leichtere, nur annähernd richtige, Rechnung gebrauchen konnte. Zu diesem Zwecke richtete er die Bestimmungen auf folgende Weise ein:

Bestimmungsmethode mit Einem Prüfungskörper.

Um das Verhältniſs zweier Dichtigkeiten a und b zu bestimmen, die gleichzeitig an zwei Stellen Eines Leiters, oder auf zwei Leitern vorhanden sind, berührte **Coulomb**[1]) die erste Stelle mit einer Prüfungsscheibe und maſs die Elektricitätsmenge derselben in der Wage, berührte dann die zweite Stelle mit derselben Scheibe und brachte diese in die Wage, wiederholte die erste Messung, dann die zweite u. s. f. — Durch passende Drehung des Torsionskreises brachte er es dahin, daſs alle vollendeten Messungen, die durch die wiederhergestellte anfängliche Torsion des Wagebalkens bezeichnet sind, in der Zeit sehr nahe gleichweit auseinanderlagen. Er erhielt in dieser Weise mehrere (gewöhnlich fünf) äquidistante Werthe der Dichtigkeiten der beiden Stellen, nämlich $aba'b'a''$, und bildete die Quotienten $\frac{a+a'}{2b}$ $\frac{2a'}{b+b'}$ $\frac{a'+a''}{2b'}$. Dieſs sind drei Werthe des gesuchten Dichtigkeitsverhältnisses $\frac{a}{b}$, aus welchen das arithmetische Mittel als der wahrscheinlichste Werth desselben genommen wird. Diese Benutzung der alternirenden Bestimmung beruht darauf, daſs in der Entwicklung von t_0

1) *Mém. de l'Acad. des scienc. Par.* 1787, *p.* 426.

Digitized by Google

nach $\frac{z}{p}$ in der Formel I alle höhern Potenzen von $\frac{z}{p}$ vernachläſsigt werden [1]). Der Fehler in t_0 übersteigt daher die Gröſse $\frac{1}{2}\left(\frac{z}{p}\right)^2 t_z$, und kann nur geduldet werden, wenn $\frac{z}{p}$ eine kleine Gröſse ist. In der That scheint Coulomb erstaunlich kleine Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Messungen gelassen und nur an Tagen beobachtet zu haben, wo p einen groſsen Werth besaſs. So findet sich beiläufig [2]) die Angabe eines Intervalls von einer Minute zwischen zwei vollendeten Messungen und des Werthes $p=40$, wobei die obige Berechnung vollkommen gerechtfertigt ist, da ihre Abweichung von der strengen Rechnung nicht in Betracht kommt. Ein so kleines Zeitintervall, und zwar viermal hintereinander einzuhalten, ist aber nicht leicht, und häufig wünscht man Dichtigkeitsbestimmungen, wenn p auf 20 gesunken ist. Läſst sich auch dann, wie ich weiter unten zeigen werde, eine andere leichte und genügend scharfe Rechnung in Anwendung bringen, so stellt die alternirende Bestimmung überhaupt Bedingungen, denen der Beobachter bei vielen Versuchen nur unvollkommen oder gar nicht genügen kann, und welche die ganze Bestimmungsart auf specielle Fälle beschränken. Dieſs ergiebt sich aus folgenden Betrachtungen: Es seyen in dem Zeitintervall 1 zwei Bestimmungen derselben Dichtigkeit a und a' gemacht, und eine dritte zwischen beiden liegende (a) berechnet; ferner eine Messung einer zweiten mit (a) gleichzeitig bestehenden Dichtigkeit b angestellt und die im halben Zeitinter-

1) Es seyen $t t_{,} t_{,,}$ äquidistante, durch die Zeit z geschiedene Beobachtungen der Torsion, so hat man, mit Vernachlässigung der höhern Potenzen von $\frac{z}{p}$, $t_{,}=t_{,,}\left(1+\frac{z}{p}\right)$ $t=t_{,,}\left(1+\frac{2z}{p}\right)$, hieraus $\frac{z}{p}=\frac{1}{2}\left(\frac{t}{t_{,,}}-1\right)$, u. daher $t_{,}=t_{,,}\left(\frac{t}{2t_{,,}}+\frac{1}{2}\right)=\frac{t+t_{,,}}{2}$.

2) *Mém. de l'Acad. des scienc. Par.* 1787, *p.* 428.

Digitized by Google

valle folgende (b) berechnet. Man hat also die fünf Torsionen

$$\begin{array}{cc} a & \\ (a) & b \\ a_1 & (b) \end{array}$$

von welchen die in einer Horizontallinie stehenden gleichzeitige sind. Die alternirende Bestimmung, mag nun die obige oder eine weiter unten gegebene Rechnung auf sie angewendet werden, setzt voraus, daſs das Verhältniſs (a) zu b, dem a_1 zu (b) gleich sey, oder daſs der Werth p in der Formel I für (a) und (b) derselbe sey. Dieser Voraussetzung ist nur streng zu genügen, wenn die Dichtigkeiten a und b an demselben Leiter beobachtet werden, nicht aber, wenn sie verschiedenen Leitern zugehören. Da nämlich p von Beschaffenheit und Dimensionen des Isolators abhängt, der den Leiter stützt, so würden in dem letzten Falle die beiden Leiter durch vollkommen gleiche Isolatoren gehalten seyn müssen, was bei vielen Versuchen mit eigenthümlichen Schwierigkeiten verknüpft ist. Aber auch eine vollkommene Gleichheit der Isolatoren wird nicht unter allen Umständen das Geforderte leisten, da p für längere Zeiträume auch von der mittleren elektrischen Dichtigkeit abhängt. Wo daher die beiden Leiter sehr verschiedene Dichtigkeiten besitzen, bemerkt man in den nach einander folgenden Werthen des Verhältnisses $\frac{a}{b}$ eine Aenderung in bestimmtem Sinne, und das arithmetische Mittel wird sich nicht mehr dem richtigen Werthe nähern. Wirklich hat Coulomb in solchen Fällen, wo es nur irgend anging, die alternirende Bestimmung und die Prüfungskörper überhaupt verlassen, und einen der Leiter selbst, deren Dichtigkeit bestimmt werden sollte, in die Wage gebracht, hierzu aber eine eigene Wage von unbequemen Dimensionen (mit quadratischer Grundfläche von 2 Fuſs Seite) construiren müssen [1]).

Bei vielen Leitern ist die alternirende Bestimmung nicht

1) *Mém. de l'Acad.* 1787, *p.* 422.

Digitized by Google

anwendbar, weil dieselben sich nicht in der nöthigen Stärke elektrisiren lassen, um bei aufeinanderfolgenden Messungen eine gleiche Genauigkeit zu gestatten. Leiter, die in Ecken oder Spitzen auslaufen, verlieren in wenigen Secunden jede Elektricitätsmenge, die eine bestimmte Gröſse übersteigt und erst nach diesem Verluste erleiden sie die normale Abnahme der Elektricität, bei welcher die Anwendung der alternirenden Bestimmung zulässig ist. Dann aber sind einzelne Stellen an ihnen so wenig elektrisch, daſs der Beobachtungsfehler in der Wage schon die erste Bestimmung ihrer Dichtigkeit unsicher macht, und diese Unsicherheit nimmt bei den folgenden Bestimmungen zu.

Endlich giebt es eine groſse Klasse von Versuchen, bei welchen die Hauptbedingung der Methode nicht erfüllt ist, daſs nämlich dieselbe Dichtigkeit sich zweimal und öfter bestimmen lasse. Hier fordert das Auftreten der Dichtigkeit b, daſs die Dichtigkeit a nicht mehr vorhanden sey, und ein Zurückgehen auf a ist nicht möglich.

Die Methode der alternirenden Bestimmung ist daher, streng genommen, auf den einzigen Fall beschränkt, wo an einem Leiter mit runder Oberfläche die Dichtigkeiten verschiedener Stellen gemessen werden sollen. Ich habe mich deshalb einer andern Methode zur Bestimmung elektrischer Dichtigkeiten bedient, die leicht und sicher auszuführen und, so viel ich sehe, auf alle vorkommende Fälle anwendbar ist.

Dichtigkeitsbestimmung mit gepaarten Prüfungskörpern.

Es werden hierbei zwei Prüfungskörper gebraucht (Kugeln oder Scheiben), die gleiche Dimensionen, gleiche Isolation und vollkommen gleiche Stellung in der Torsionswage besitzen. Mit diesen Prüfungskörpern berührt man gleichzeitig die beiden Stellen, deren elektrische Dichtigkeiten gemessen werden sollen, und bringt den einen Körper in eine weite Glasglocke, den andern in die Torsionswage. Nach vollendeter erster Messung, deren Zeitpunkt an einer Secundenuhr bemerkt wird, bringt man den zweiten Körper in die Wage, bemerkt den Zeitpunkt der zweiten Messung

Digitized by Google

und vermindert die Torsion des Drahts um eine beliebige Anzahl Grade. Der Zeitpunkt, an dem hiernach der Wagebalken wieder die anfängliche Elongation besitzt, macht die letzte zur Rechnung nöthige Bestimmung aus. Mit diesen Daten kann das Verhältniſs der beiden Dichtigkeiten bestimmt werden, indem man die zweite Messung mit Zuhülfenahme der Zeitbestimmungen auf den Zeitpunkt reducirt, an dem die erste Messung vollendet war. Die Formel I, die zu dieser Reduction gebraucht werden kann, ist beschwerlich anzuwenden, und ich habe deshalb eine Näherungsformel angegeben, die Bequemlichkeit mit einer für alle Fälle genügenden Genauigkeit verbindet. Die Ableitung derselben aus der strengen Formel geschieht folgendermaſsen: Indem man von den Logarithmen der Formel I zu den dazugehörigen Zahlen übergeht, kommt, wenn e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet,

$$t_0 = t_z e^{\frac{z}{p}},$$

und ferner, wenn $\frac{z}{p} = x$ gesetzt und e^x in eine Reihe entwickelt wird,

$$t_0 = t_z + t_z\left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \ldots\right.$$

Statt dieser Reihe kann, wenn x ein kleiner Bruch ist, die folgende gesetzt werden: $x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{4} + \frac{x^4}{8} + \ldots.$, da alsdann der Unterschied beider Reihen

$$\frac{x^3}{12} + \frac{x^4}{12} + \ldots \left(\frac{1}{2^{n-1}} - \frac{1}{n!}\right)x^n$$

vernachlässigt werden darf. Die Summe der substituirten Reihe ist $x\left(\frac{1}{1-\frac{x}{2}}\right)$ und damit erhält man:

$$t_0 = t_z + \frac{t_z}{\frac{1}{x} - 0{,}5}.$$

Diese Gleichung giebt die Torsion t_0, wenn die Torsion t_z, die zwischen beiden verflossene Zeit z und die Constante

Digitized by Google

p gegeben sind. Um letztere zu finden, dient eine zweite Torsion t_z', die z' Minuten nach t_z beobachtet ist. Indem man p aus der Gleichung entwickelt, kommt

$$p = \frac{z'(t_z + t_z')}{2(t_z - t_z')}.$$

Dieser Werth wird augenblicklich gefunden, da $t_z - t_z'$ die beliebige Anzahl von Graden bedeutet, um welche in dem oben beschriebenen Verfahren der Torsionskreis nach der letzten Messung zurückgedreht worden ist. Man kann daher den Nenner des Ausdrucks leicht 10, 2.10, 2.20 machen, je nach der Gröſse der Torsion t_z. Da nämlich der Zeitpunkt, wo der Wagebalken einspielt, häufig bis auf drei Secunden unsicher ist, so muſs man bedacht seyn, die Zeit z' nicht zu klein werden zu lassen. Man hat also, um aus zwei Torsionen t_z und t_z' und dem Zeitintervalle z' eine Torsion t_0 zu berechnen, die z Minuten vor der ersten Torsionsbeobachtung liegt, die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} t_0 &= t_z + \frac{t_z}{\frac{p}{z} - 0{,}5} \\ p &= z'\,\frac{t_z - \frac{1}{2}d}{d} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{(II)},$$

wo $t_z - t_z' = d$ gesetzt ist.

Dieſs ist die Reductionsformel, die ich vor drei Jahren angegeben und bei Dichtigkeitsbestimmungen vielfach benutzt habe [1]). Der Werth p ist daraus absichtlich nicht eliminirt, weil dieser für die Fortsetzung von Versuchen, bei welchen er gefunden worden, von Wichtigkeit ist. Die Formel kann auch bei der alternirenden Bestimmung mit Nutzen gebraucht werden, wenn das dabei gesetzte Zeitintervall oder der Werth der Zerstreuung bedeutend ist. Hierbei liegen die Torsionen t_z und t_z' z' Minuten auseinander, und es wird t_0 gesucht für den Zeitpunkt $\frac{z'}{2}$ Minuten nach der ersten Beobachtung. Setzt man $z = -\frac{z'}{2}$ in die Formel, so hat man

t_0

1) Abhandlung d. Akad. d. Wiss. 1844, phys. K., S. 5.

$$t_0 = \frac{t_z + 3t_z'}{3 + \frac{t_z'}{t_z}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\mathrm{III}).$$

In dem oben gegebenen Beispiele (S. 363) sind daher die Quotienten, welche den Werth des Verhältnisses $\frac{a}{b}$ geben, $\frac{a+3a'}{b\left(3+\frac{a'}{a}\right)}$, $\frac{a'\left(3+\frac{b'}{b}\right)}{b+3b'}$, $\frac{a'+3a''}{b'\left(3+\frac{a''}{a'}\right)}$. Die von Coulomb gebildeten Quotienten entstehen, wenn man statt des Ausdrucks III das arithmetische Mittel von t_z und t_z' nimmt, was, wie hier ersichtlich, erlaubt ist, wenn die Zwischenzeit zwischen den Beobachtungen klein und der Verlust an Elektricität während derselben nur gering ist.

Die Bestimmungsmethode mit gepaarten Prüfungskörpern ist von der Isolation der Leiter unabhängig, auf welchen Dichtigkeiten bestimmt werden sollen, da die Prüfungskörper diese Dichtigkeiten gleichzeitig oder doch sehr schnell nach einander aufnehmen. Abhängig ist die Methode von der relativen Isolation der beiden Prüfungskörper, insofern der Werth p für beide Körper gleich gesetzt wird während der Zeit, die zwischen der Berührung der Leiter mit den Prüfungskörpern und der ersten Messung in der Torsionswage vergeht. Man thut daher gut, diese Messung möglichst schnell der Berührung folgen zu lassen, da die sorgfältigste Wahl der isolirenden Stiele der Prüfungskörper eine vollkommene Gleichheit des Werthes p für beide Stiele zu bewirken nicht im Stande ist. Die Gröſse p ist einer nothwendigen, sehr verwickelten Veränderung unterworfen, deren Kenntniſs für die Anordnung der Meſsversuche von groſser Wichtigkeit ist, und über welche ich daher meine Erfahrungen ausführlich mittheile.

B. Veränderlichkeit der Gröſse p.

Ein elektrisirter Körper verliert fortwährend Elektricität durch Zerstreuung in die Luft, und zwar, bei gleichbleiben-

Digitized by Google

der Beschaffenheit der Luft, in gleicher Zeit denselben aliquoten Theil seiner Elektricitätsmenge. Der Factor $\frac{1}{2p}$, der diesen Theil in einem kleinen Zeittheile miſst, heiſst der Zerstreuungscoëfficient des Körpers für Ort und Zeit der Beobachtung. Um diesen Coëfficienten durch längere Zeit auseinanderliegende Messungen der Elektricitätsmenge des Körpers zu bestimmen, muſs man vorsichtig verfahren. Die Oberfläche des elektrisirten Körpers muſs groſs seyn im Verhältnisse zur Oberfläche des ihn stützenden Isolators, der Körper muſs sich in einem groſsen Luftraume befinden und er muſs möglichst fern von andern Körpern stehen, auf die er influencirend wirken könnte.

Diesen Bedingungen kann nicht entsprochen werden bei der Bestimmung von p zur Reduction der Messungen von Dichtigkeiten nach den oben angegebenen Methoden. Die Prüfungskörper sind nothwendig klein und ihre isolirenden Stiele müssen, zur sichern Stellung in der Wage, von bedeutender Dicke seyn; diese Körper befinden sich während der Zeit der Zerstreuung in einem verhältniſsmäſsig kleinen geschlossenen Luftraume (dem Innern der Wage), und endlich können sie von der Glaswand der Wage nicht weit entfernt werden. Unter diesen Umständen ist p nicht allein von der Witterung, sondern auch von andern Verhältnissen abhängig, und in kleinen Zwischenzeiten groſsen Veränderungen unterworfen, die für jede Bestimmung in der Wage eine eigene Messung dieser Gröſse nöthig machen.

Die Witterung wirkt auf elektrische Messungen, die in einem verschlossenen geräumigen Zimmer angestellt werden, nur nach längerer Dauer ein, und plötzliche Aenderungen derselben haben auf die Zerstreuung keinen merkbaren Einfluſs. Die Entfernung der Prüfungskugel und der Kugel des Wagebalkens von der Glaswand der Wage hat Einfluſs auf die Gröſse p, und zwar wird diese um so gröſser gefunden, je kleiner jene Entfernung ist. Dieſs hat einen zwiefachen Grund. Die Zerstreuung der Elektricität auf Leitern wird durch Näherung eines Isolators verringert, p also

Digitized by Google

vergröſsert, indem auf dem Isolator die entgegengesetzte Elektricitätsart durch Influenz erregt wird und diese die elektrische Anordnung auf dem Leiter verändert. Diese Vergröſserung von p ist unabhängig von der Dichtigkeit der Elektricität des Leiters. Der andere Grund betrifft nicht die Zerstreuung selbst, sondern die Beobachtung, aus welcher jene abgeleitet wird. Man beobachtet die Zeit, in welcher der Wagebalken von einer Elongation zu einer geringern übergeht. Die Elongation des Balkens wird bestimmt durch die Abstoſsung desselben durch die Prüfungskugel und durch die dieser Abstoſsung entgegenwirkende Torsionskraft des Aufhängedrahtes. Steht aber die Kugel des Wagebalkens der Glaswand der Wage nahe, so wird noch der Einfluſs einer dritten Kraft auf die Elongation merklich, die Anziehung nämlich des Wagebalkens durch die Influenzelektricität auf dem ihm nächsten Theile der Glaswand. Diese Elektricität, mit der auf der Kugel des Balkens ungleichnamig, ist der Menge nach abhängig von der Elektricitätsmenge dieser Kugel, zugleich aber, da die Influenz auf Isolatoren nicht momentan in ganzer Stärke auftritt, von der Zeit, welche die Kugel an einer Stelle der Wage verweilt. Ist daher die Dichtigkeit der Influenzelektricität gleich Anfangs so groſs, um das durch die Torsionskraft bewirkte Fortrücken des Wagebalkens zu hindern, so nimmt diese Dichtigkeit zu und verringert die Abnahme der Elongation, die durch die zunehmende Torsionskraft des Drahtes bewirkt wird, in bedeutendem Grade. Hierdurch erscheint p um Vieles gröſser, als es wirklich ist, ein Uebelstand, dem man begegnet, wenn man Torsionswagen von nicht zu geringen Dimensionen anwendet (worüber das Bestimmtere unten), in diesen die Kugel des Wagebalkens nicht zu nahe der Glaswand bringt (ich habe $1\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung genügend gefunden) und die Kugel in allen Fällen nahe gleich und nicht zu stark elektrisirt.

Die Prüfungskörper müssen von unbiegsamen, also ziemlich dicken Stielen getragen werden, und bei solchen hat die Substanz wie die Oberflächenbeschaffenheit derselben

Digitized by Google

Einfluſs auf die Gröſse *p*. Ich habe hierüber sehr viele zeitraubende Versuche angestellt, die, so nützlich sie mir selbst geworden sind, für einen Andern, der anderes Material in Händen hat, nur bedingten Werth haben und ihm eine eigene Untersuchung nicht ersparen können. Folgende sind die allgemeineren Resultate: Glasstäbe mit geschmolzenem Schellack überzogen, habe ich zu Stielen von Prüfungskörpern gänzlich untauglich gefunden, da dieselben, bei auch nur momentaner Berührung eines elektrisirten Körpers, sich stets elektrisch zeigten. Davon abgesehen, liefern sie einen verhältniſsmäſsig groſsen Werth von *p* und sind zu Stützen feststehender Leiter zu empfehlen. Von Schellack habe ich sechs Sorten, zum Theil aus verschiedenen Handlungen und von verschiedener Farbe untersucht. Gegen Coulomb's Angabe, daſs Schellack von dunkelster Farbe sich am besten zu Stielen von Prüfungskörpern eigene [1]), habe ich den hell orangefarbenen Schellack vorzüglicher gefunden. Der dunkle Schellack ist unreiner, als der helle, daher man aus einer braunen Sorte theils brauchbare, theils unbrauchbare Stiele erhält, bei einer hellen Sorte die Stiele viel weniger ungleich ausfallen. Die Oberflächenbeschaffenheit der Stiele hat einen bedeutenden Einfluſs auf die Gröſse *p*, welcher Umstand, da die Oberfläche der Körper einer fortdauernden Aenderung unterworfen ist, die elektrischen Messungen sehr beschwerlich zu machen drohte. Hat man sich nämlich zwei brauchbare Stiele verschafft, die ein nahe gleiches und groſses *p* geben (mit dem *p* verglichen, das eine an einem Schellackfaden hängende Kugel liefert), so findet man schon nach einigen Tagen die Zerstreuung an beiden Stielen vergröſsert, und zwar gewöhnlich in ungleichem Maaſse vergröſsert. Es ist dieſs Folge des Einflusses der Atmosphäre und anderer nicht auszuschlieſsenden Agentien auf die Oberfläche des Schellacks. Die Benutzung selbst der Stiele wirkt dahin, ihre Verschlechterung zu beschleunigen. Vor jeder Messung müssen nämlich die Stiele vollkommen unelektrisch gemacht und dazu durch die Spitze

1) *Mém. de l'Acad. de Par.* 1787, *p.* 427.

Digitized by Google

einer Spiritusflamme gezogen werden, wobei die Producte der Verbrennung des Alkohols die Oberfläche des Schellacks verändern. Hat man den Stiel in einiger Entfernung über die Flamme fortgeführt, so tritt oft eine plötzliche Aenderung desselben ein, durch welche der Werth p sogleich eine bedeutende Verringerung erfährt. In solchem Falle genügt es zur Wiederherstellung des frühern Werthes von p, den Stiel mit einem leinenen Tuche abzureiben und durch die Spitze einer Spiritusflamme zu führen. Nach einer allmäligen Aenderung der Schellackoberfläche aber bleibt dieſs Mittel unwirksam, und ich war lange Zeit hindurch genöthigt, alsdann den unbrauchbaren Stiel durch einen neuen zu ersetzen, was immer mit groſsem Zeitverluste verbunden ist. Ich versuchte daher, den untauglichen Stiel durch Waschen mit Alkohol zu verbessern, und dieſs glückte so vollkommen, daſs ich seitdem Stiele, die einmal genügt hatten, nicht mehr verworfen habe. Der veränderte Stiel wird hierbei mit starkem Alkohol (spec. Gewicht 0,81) leicht genäſst, mit einem leinenen Tuche abgerieben, durch eine Flamme geführt und in einer Glasglocke dem Trocknen überlassen. Die Wirksamkeit dieser Operation zeigt sich in dem folgenden Beispiele. An die Prüfungskugel No. 3 war am 30. Nov., an die Kugel No. 4 am 5. Dec. ein neuer Schellackstiel angesetzt worden. Diese Stiele waren, wie die folgende Messung zeigt, am 8. December noch vollkommen brauchbar.

Kugel.	Zeit.	Intervall.	Torsion.	p.
4	^{h} 28′ 0″		259	
	31 5	3,1	239	38,6
3	38 10		213,5	
	42 3	3,9	193,5	39,7

Die Rechnung ist hier, wie in der Folge, nach der Näherungsformel S. 368 gemacht, so daſs für den ersten Fall $p = \frac{3,1 . 249}{20}$, für den zweiten $p = \frac{3,9 . 203,5}{20}$.

In den folgenden Tagen gingen die Werthe von p für

Digitized by Google

beide Stiele immer weiter auseinander, so daſs am 15. December folgende Messung erhalten wurde:

Kugel.	Zeit.	Intervall.	Torsion.	p.
3	50′ 30″		428	
	51 33	1,1	408	23,0
4	11 55		476,5	
	14 23	2,5	456,5	58,3

Der Stiel von 3 wurde mit Alkohol gereinigt.

Dec. 16.

3	14 40		349	
	17 58	3,3	329	55,9
4	34 30		368,5	
	36 35	2,1	348,5	37,6

Der Stiel 4 mit Alkohol gereinigt.

Dec. 17.

4	4 46		378	
	8 5	3,3	358	60,7
3	15 25		316	
	19 15	3,8	296	58,1

Nach häufigem Gebrauche trat die Nöthigung zu einer neuen Reinigung für den Stiel 4 am 24. Dec., für 3 am 25. Dec., sodann für beide Stiele am 6. Jan. ein.

Ich komme nun zur letzten Ursache der Veränderlichkeit der Gröſse *p*. Man elektrisire zwei Prüfungskugeln an ihren Schellackstielen verschieden stark und bestimme ihre Elektricitätsmengen durch Messung in der Wage; das Verhältniſs derselben sey *a* und so genommen, daſs es gröſser als 1 ist. Stellt man nun die Kugeln frei im Zimmer auf und bestimmt nach einer halben oder ganzen Stunde das Verhältniſs *a* zum zweitenmale, so findet man es unverändert, oder, wenn es von 1 sehr verschieden war, kleiner als früher. Die gröſsere Elektricitätsmenge hat also in gleicher Zeit verhältniſsmäſsig mehr verloren, als die kleinere. Dieſs ist bekannten Erfahrungen gemäſs, da nach Coulomb's Versuchen [1]) jeder Isolator in längerer Zeit Elektricität von einem Leiter aufnimmt, mit dem er in Berührung steht, und zwar einen desto gröſseren Theil davon,

1) *Mém. de l'Acad. de Par.* 1785, *p.* 627.

Digitized by Google

je stärker der Leiter elektrisirt ist. Um so auffallender ist es, daſs in den wenigen Minuten, welche eine Prüfungskugel, zur Bestimmung der Gröſse p, in der Wage der Zerstreuung ausgesetzt bleibt, genau das entgegengesetzte Verhalten eintritt. Die Zerstreuung erscheint um so kleiner (p also um so gröſser), je bedeutender die Elektricitätsmenge ist, die man beobachtet. Dieſs Ergebniſs ist so constant, daſs ich zum Aufzeigen desselben irgend welche zu andern Zwecken angestellte Messungen herausgreifen könnte. Ich wähle zur Mittheilung die Versuche, welche in der Absicht angestellt wurden, den Grund der Erscheinung herauszustellen.

Eine Metallkugel von 4,54 par. Linien Durchmesser, an einem dicken Stiele aus braunem Schellack, wurde elektrisirt zur wiederholten Bestimmung von p benutzt, vor jeder neuen Bestimmung aber mit einer ihr gleichen Kugel berührt.

Zeit.	Intervall.	Torsion.	p.
9h 47′ 43″		333	
51 43	4	313	64,6

Elektricität der Kugel geschwächt.

10 0 50		138	
4 25	3,6	128	47,9

Dasselbe.

13 0		55	
16 58	4	50	42,0

Die Kugel hatte 1½ Zoll von der Glaswand der Wage entfernt gestanden; in dem folgenden Versuche wurde sie 3 Zoll von derselben gestellt.

59 25		181	
11 2 40	3,2	171	56,3

Elektricität der Kugel geschwächt.

8 30		75,3	
10 43	2,2	70,3	32,0

Die Prüfungskugel, oben mit No. 4 bezeichnet (Durchmesser 2 Linien), an einem dicken Stiele von hellem Schellack gab Folgendes:

Digitized by Google

Zeit.	Intervall.	Torsion.	p.
9^{h} 57′ 47″		403,7	
10 1 10	3,4	383,7	66,9

Elektricität der Kugel geschwächt.

19 35		148,3	
23 35	4	138,3	57,3

Dasselbe.

27 25		69,3	
30 52	3,5	64,3	46,8

Eine Hollundermarkkugel von 4,79 Linien Durchmesser an einem (biegsamen) Schellackfaden von 4 Zoll Länge, ¼ Linie Dicke:

9 34 38		298	
39 17	4,6	278	66,2

Der Kugel Elektricität genommen.

44 7		137	
48 7	4	127	52,8

Dasselbe.

59 13		55	
10 3 40	4,5	50	47,2

Die Veränderung von p ist nicht minder deutlich, wenn man, wie in dem folgenden Versuche, nach der schwächeren Elektricitätsmenge wieder eine stärkere in Anwendung bringt.

11 5 0		177,8	
8 35	3,6	167,8	62,2

Der Kugel Elektricität genommen.

14 0		79	
21 20	7,3	69	54,0

Derselben Elektricität gegeben.

33 13		445,5	
36 50	3,6	425,5	78,4

Bisher war die Elektricität der in der Wage feststehenden Kugel verändert worden; es wurde nun diese unberührt gelassen, dagegen die Elektricität der Kugel des Wagebalkens verändert.

9 47 47		204,5	
53 55	6,1	184,5	59,3

Digitized by Google

Dem Balken Elektricität genommen.

Zeit.	Intervall.	Torsion.	p.
10^h 2′ 40″		91	
5 23	2,7	86	47,8

Demselben Elektricität gegeben.

17 48		258	
23 16	5,5	238	68,2

Die mitgetheilten Versuche zeigen, daſs p desto gröſser gefunden wird, eine je gröſsere Elektricitätsmenge in der Wage befindlich ist, und daſs die Erscheinung nicht abhängt von der Gröſse der elektrisirten Leiter, nicht von der Nähe derselben an der Glaswand der Wage, nicht von Beschaffenheit und Dicke der die Leiter stützenden Isolatoren. Der Grund derselben ist folgender: Indem ein elektrisirter Leiter Elektricität durch Zerstreuung verliert, wird die ihn umgebende Luft elektrisirt, abgestoſsen und durch neue unelektrische Luft ersetzt. Bezeichnet q die Elektricitätsmenge des Leiters in irgend einem Augenblicke, so wird die Menge, welche die Luft in der nächstfolgenden Zeiteinheit, z. B. in einer Secunde, erhält, durch $\left(1-e^{-\frac{1}{2p}}\right)q$ ausgedrückt, wo e die Basis der natürlichen Logarithmen, und p eine von q unabhängige Constante bedeutet. Dieſs findet aber nur statt, insofern sich der Leiter in einem Luftraume befindet, der in Bezug auf sein eigenes Volumen als unbegränzt gelten kann. Ist dieſs nicht der Fall, so ist der Zeitpunkt, an dem die Zerstreuung der Elektricität beobachtet wird, und die Elektricitätsmenge, die derselbe Anfangs besaſs, nicht mehr gleichgültig. Am Anfange der zweiten Secunde, nachdem der Leiter in den beschränkten Luftraum gebracht worden ist, ist dieser Raum nicht mehr unelektrisch, er besitzt schon die Elektricitätsmenge $\left(1-e^{-\frac{1}{2p}}\right)q$, eine Menge, die um so gröſser ist, je gröſser q war, und die nun folgende Zerstreuung wird geringer seyn, als zuvor. Es wird daher der Zerstreuungscoëfficient $\frac{1}{2p}$ (der aliquote Theil der Elektricitätsmenge des Leiters, der in einem sehr klei-

Digitized by Google

nen Zeittheile verloren geht), in einem beschränkten Luftraume bestimmt, im Allgemeinen von Secunde zu Secunde abnehmen, aber bei groſser Elektricitätsmenge schneller abnehmen als bei kleiner. Diese Auseinandersetzung findet eine volle Anwendung auf die Bestimmungen der Gröſse p in der Torsionswage und erklärt die oben dargelegte Abhängigkeit dieser Gröſse von der angewandten Elektricitätsmenge. Die Gröſse p wird durch Beobachtung der Zerstreuung während mehrerer Minuten bestimmt, und dabei erhält die beschränkte Luftmasse in der Wage fortdauernd Elektricität von der Kugel des Wagebalkens und von der Prüfungskugel. Wenn daher auch im ersten Momente der Beobachtung die Gröſse p dieselbe ist für eine beliebige Elektricitätsmenge beider Kugeln, so wird sie in den folgenden Zeittheilen desto schneller zunehmen, je gröſser diese Menge ist. Das wirklich gefundene p ist ein Mittelwerth aller Werthe dieser Gröſse während der Beobachtungszeit, und muſs daher von der Gröſse der angewandten Elektricitätsmenge abhangen. Diese Abhängigkeit ist keinem einfachen Gesetze unterworfen; die elektrisirte Luftmasse giebt ihre Elektricität ab an den Aufhängedraht, an die Metallscheibe des Torsionskreises und an die Glaswände der Wage. Die an die Metalltheile übergegangene Elektricität verliert sich durch Zerstreuung in die äuſsere Luft, die an dem Glase haftende wird durch die an der äuſsern Glasfläche erregte Influenzelektricität gröſstentheils unwirksam. Die im Innern der Wage eingeschlossene Luftmasse verliert daher in wenigen Minuten den gröſsten Theil ihrer Elektricität, und auch während dieser Zeit ist ihr elektrischer Zustand nach den Umständen sehr variabel. Constant bleibt nur die Verknüpfung der gröſsern Elektricitätsmenge der Kugeln mit einem gröſsern p, während das Verhältniſs dieser Gröſse zu der Elektricitätsmenge bedeutenden Schwankungen unterliegt. Durch den schnellen Elektricitätsverlust der eingeschlossenen Luft wird es erklärlich, daſs eine Messung in der Torsionswage auf eine nachfolgende einen nur geringen Einfluſs ausübt, wenn auch nur wenige Minuten zwischen beiden liegen. Doch ist dieser Einfluſs zu erken-

Digitized by Google

nen, wenn die Messungen schnell auf einander folgen. Das Verhältniſs zweier *p*, die an verschiedenen Elektricitätsmengen bestimmt werden, ist dann immer gröſser, wenn die schwächere Menge vor der stärkern in der Wage sich befindet, als im andern Falle. Aus gleichem Grunde ist dieſs Verhältniſs gröſser, wenn man die stärkere Elektricitätsmenge durch Ableitung sogleich auf die schwächere bringt, als wenn man dieselbe durch eine längere Zeit dauernde Zerstreuung in der Wage bis zur schwächern Menge sinken läſst. Es folgt hieraus, daſs zwar die Elektrisirung der Luft der Wage, welche einer Beobachtung vorangegangen ist, einen Einfluſs auf die Beobachtung ausübt, dieser Einfluſs aber gegen den während der Beobachtung selbst stattfindenden stets unerheblich bleibt. Ich habe einige Versuche angestellt, um zu zeigen, daſs die Veränderlichkeit des *p* wesentlich nur von der Gröſse der Elektricitätsmenge und nicht von der des Torsionswinkels abhängt. Hierbei wurde die Elektricitätsmenge des Wagebalkens und der Prüfungskugel nicht geändert, und die verschiedene Torsion durch veränderte Stellung der Prüfungskugel in der Wage herbeigeführt. Diese Kugel blieb dabei in derselben Entfernung (nahe 2 Zoll) von der Glaswand der Wage.

Zeit.	Intervall.	Torsion.	*p*.
9h 29′ 50″		177,3	
33 57	4,1	167,3	70,6

Die Prüfungskugel vom Wagebalken entfernt.

48 37		645	
50 53	2,3	625	73,0

In einem andern Versuche.

11h 22 37		103,7	
24 57	2,3	98,7	46,5

Prüfungskugel dem Wagebalken genähert.

33 28		365	
35 52	2,4	345	42,6

Von demselben entfernt.

44 20		69	
47 27	3,1	64	41,2

Digitized by Google

Demselben genähert.

Zeit.	Intervall.	Torsion.	*p*.
55' 0"		211,5	
59 5	4,1	191,5	41,3

In einem dritten Versuche.

9h 59 18		123	
10 3 48	4,5	113	53,1

Die Kugel dem Balken genähert.

10 45		443	
12 57	2,2	423	47,6

Der Kugel Elektricität genommen.

21 18		180,3	
23 23	2,1	170,3	36,8

Nur bei der letzten Messung entspricht die kleinere Torsion der geringern Elektricitätsmenge, und daher ist *p* dafür am kleinsten, während bei den übrigen Messungen, wo die Torsionen zumeist durch die Stellung der Prüfungskörper verändert wurden, die Gröſse *p* von der Torsion nicht abhängt.

Die bisher gänzlich übersehene, hier weitläufig dargelegte Veränderlichkeit der Gröſse *p* kann, bei gehöriger Vorsicht, die Maaſsbestimmungen in der Torsionswage nicht beeinträchtigen. Die beiden Prüfungskörper haben gleiche Stiele, eine gleiche Stellung in der Wage, und werden, während der Zerstreuung, gleichen Einwirkungen ausgesetzt. (Steht die Torsionswage einem Fenster nahe, so muſs auch die Glasglocke, welche die zweite Prüfungskugel enthält, an's Fenster gesetzt werden.) Die Gröſse *p*, an dem zuletzt in die Wage gebrachten Prüfungskörper bestimmt, wird nur für denselben angewandt, und zwar für eine Elektricitätsmenge, die nur wenig gröſser ist als die auf demselben noch vorhandene. Der einzige Fehler der Messung entspringt aus der Zerstreuung an beiden Prüfungskörpern während der Zeit, die zwischen dem Einbringen des ersten Körpers in die Wage und der vollendeten ersten Messung verflieſst, weil sich alsdann die Körper in abgesperrten Lufträumen mit verschiedener Elektricitätsmenge befinden. Diese

Digitized by Google

Zeit muſs daher, wie schon bemerkt worden, nur kurz seyn; auſserdem wird der Fehler dadurch verringert, daſs man sich einer geräumigen Wage bedient und die Messung von groſsen Elektricitätsmengen überhaupt vermeidet. Dieſs kann immer geschehen, da das Verhältniſs von Elektricitätsmengen, das gesucht wird, unabhängig ist von der absoluten Gröſse dieser Mengen, nur kommt man dann oft in den Fall, kleine Dichtigkeiten bestimmen zu müssen. Hierbei steht die Bewegung des Torsionskreises durch die Hand der Genauigkeit entgegen oder verursacht einen unnöthigen Zeitverlust; ich habe deshalb eine feine Bewegung durch eine Schraube ohne Ende an der Wage angebracht.

C. Einrichtung des Meſsapparates.

Die Torsionswage.

Die Torsionswage, deren ich mich bediene (in Fig. 9 u. 9^b, Taf. II, abgebildet), hat die Dimensionen der kleinsten Wage, die Coulomb zu seinen Messungen gebraucht hat. Geringere Dimensionen anzuwenden, halte ich nicht für rathsam. Ein hohler, unten geschlossener Glascylinder von 1 Fuſs Höhe und Breite ist mit einer Spiegelglasplatte gedeckt, die durch drei darin festgekittete Pflöcke vor seitlicher Verschiebung geschützt ist. In der Glasplatte ist in der Mitte und nahe am Rande eine 17 Linien weite Oeffnung ausgeschliffen. Die Randöffnung *a*, mit einem Ausschnitte versehen, der $1\frac{1}{2}$ Zoll von der Wand des Cylinders entfernt ist, dient zum Einbringen der Prüfungskörper und ist mit einem Papierstreifen umkleidet, auf dem die Stellung der Stiele jener Körper genau bezeichnet werden kann. In der Mittelöffnung ist durch eine unten vorgeschraubte Mutter eine Messinghülse befestigt, in der sich die conische Fassung der Aufsatzröhre mit harter Reibung dreht. Die Stellung dieser Fassung giebt der Zeiger *b* an, gegen dessen Spitze ein feiner Draht auf die Glasscheibe geklebt wird, damit eine Verschiebung der Fassung sogleich bemerkt werde. Auſserdem trägt die Fassung den dicken aufwärtsgehenden

Digitized by Google

$9\frac{1}{2}$ Zoll langen Draht *c*, der in einer Gabel endigt. Um das obere Ende der 15 Zoll langen gläsernen Aufsatzröhre ist eine dicke Metallfassung gelegt, an der ein Tisch für die später anzugebende Drehvorrichtung befestigt ist, und die sich oben zu einem vorspringenden Kragen erweitert. Auf diesem liegt ein Metallring mit aufwärtszeigendem Index *d*, der daher um die Fassung gedreht und an eine beliebige Stelle gebracht werden kann. Der drehbare Ring wird durch einen aufliegenden festgeschraubten Ring in seiner Lage erhalten. Im Innern ist die Metallfassung sehr sorgsam ausgedreht zur Aufnahme eines breiten Metallkegels, auf dessen Basis der auf der hohen Kante getheilte Torsionskreis (Durchmesser 31 Lin.) festgeschraubt ist. Dicht unter dem Torsionskreise liegt eine zweite Metallscheibe von $29\frac{1}{2}$ Linien Durchmesser, die an der Stirn ausgehöhlt und mit einem Schraubenzuge versehen ist. Wird der Kegel in die Hülse eingesetzt, so geht diese Scheibe frei hinter den Index *d* durch, dessen obere Kante von der Kante des Torsionskreises durch einen kleinen Zwischenraum getrennt ist. Der Torsionskreis wird durch das Kreuz *f*, dessen Arme $3\frac{1}{4}$ Zoll lang sind, bewegt; in der Axe ist derselbe, wie der darunterliegende Kegel, durchbohrt, und läſst den Stift *g* durch sich hindurch, der mit leichter Reibung auf und ab bewegt und durch eine Klemmschraube festgestellt werden kann. Dieser Stift ist an seinem untern abgerundeten Ende aufgeschnitten und klemmt durch Aufschiebung eines Ringes das obere Ende des Torsionsdrahtes. (Das untere Ende des Drahtes ist in derselben Weise an der Hülse des Wagebalkens festgeklemmt.) Zur feinen Bewegung des Torsionskreises dient die horizontal liegende Schraubenspindel *h*, die sich an ihrem bezeichneten Ende in einem festen Lager um eine Nuſs dreht, an dem andern cylindrischen Ende aber in einem in einer Coulisse verschiebbaren Lager ruht. Dieſs Lager und damit die ganze Schraubenspindel wird durch die Messingfeder *i* gegen den Schraubenkreis gedrückt und kann von demselben abgerückt werden, indem das excentrisch drehbare Metallstück *n* gegen

Digitized by Google

eine vorspringende Kante geschoben wird. Hierzu dient der Winkelhebel *m*, der in der ausgezogenen Lage die grobe Bewegung des Torsionskreises erlaubt, in der punktirten die Schraube wirken läſst. Das Auslösen und Einfallen der Schraube geschieht äuſserst sanft, ohne Stoſs, der an dem empfindlichen Wagebalken merkbar würde. Die Schraubenspindel wird mit Hülfe eines Hooke'schen Schlüssels umgedreht, dessen 17 Zoll langer Stiel in der Gabel des Drahtes c ruht. Der Gang der Schraube ist so gewählt, daſs eine ganze Umdrehung derselben eine Verrückung des Torsionskreises um mehr als einen Grad (nahe 1°,14) bewirkt.

Die Elongationen des Wagebalkens hat man nur in seltenen Fällen zu messen, in welchen ein um den Glascylinder in der Höhe des Balkens gelegter Papierstreifen benutzt wird, dessen willkührliche Theilung auf den Winkelwerth durch vorläufige Versuche zu bringen ist, indem man den Balken durch Drehung des Torsionskreises auf naheliegende Striche der Papiertheilung successiv führt. Die Eine bei der gewöhnlichen Messung stets wiederherzustellende Elongation des Balkens wird durch das in der Figur ersichtliche zusammengesetzte Mikroskop gefunden, das auf einem eigenen, unverrückbar befestigten Stative horizontal gestellt ist. Die Einsicht in dasselbe geschieht von oben in ein vor das Ocular gelegtes Prisma; in der Bildfläche des Mikroskops ist ein in 50 Theile getheiltes Glas angebracht, durch welches die Weite von Oscillationen des Balkens um die Normallinie genau gemessen werden.

Die Anfertigung und Aufhängung des Wagebalkens muſs der Beobachter selbst übernehmen. Ich nahm zwei Glasfäden von 3 Zoll Länge, gerade so dünn, daſs sie sich nicht unter dem eigenen Gewichte bogen, und bekleidete sie mit Schellack, indem ich an dem Ende jedes Fadens ein Stück Lack befestigte, und dasselbe, durch vorsichtige Erhitzung, langsam bis zu dem andern Ende herunterflieſsen lieſs. Die beiden, möglichst gleichmäſsig überzogenen Glasfäden verband ich in gerader Linie durch einen zolllangen Schellack-

cylinder und befestigte an dem einen Ende eine 4½ Linien dicke vergoldete Kugel aus Hollundermark, an dem andern die Kante einer zollbreiten Glimmerscheibe, die an der gegenüberstehenden Kante geschwärzt war. Der so zusammengesetzte Wagebalken wog 1,45 Gramm und wurde mittelst eines Messingbügels an einem Silberdrahte in der Mitte der Wage horizontal aufgehängt, so daſs die Ebene der Glimmerscheibe durch den Draht ging. Nachdem der Draht durch drei unter den Glascylinder gelegte Keile in die Mitte desselben gebracht war, wurde das Mikroskop so gerichtet, daſs die geschwärzte Kante der Glimmerscheibe in der Mitte des Feldes deutlich gesehen wurde. In Bezug auf den Aufhängedraht war zuvor Folgendes geschehen: Von einem Silberdrahte (Rad. 0,0135 Lin.) war eine passende Länge ausgesucht und durch ein angehängtes 10-Grammengewicht mehrere Stunden lang straff gespannt worden. Ich befestigte 22 Zoll davon mit Wachs auf dem Tische, zog den Stift *g* aus dem Torsionskreise, klemmte das eine Drahtende in der Axe desselben fest und beschwerte das andere Ende mit einem Wachsstäbchen. Aus Versehen war nämlich der Bügel des Wagebalkens etwas länger als der Durchmesser des Stifts *g*, und es konnte daher der Bügel erst an den Draht befestigt werden, nachdem letzterer durch den Torsionskreis hindurch in die Wage herabgelassen war. Um die Empfindlichkeit des Drahtes zu prüfen, wurde ein Messingstab, 109,17 Lin. lang, 0,58 Lin. dick, in den Bügel gelegt und die Zeit von 12 Oscillationen bestimmt, die der Stab durch Torsion des Drahts vollführte, diese Zeit betrug 535,6 Secunden. Da nun der schwingende Messingstab mit dem Bügel 3,64 Gramm wog, das Secundenpendel in Berlin 440,73 Linien lang ist, so ergiebt sich, daſs an einem Hebelarme von 1 Linie Länge, normal gegen das Ende des Torsionsdrahts angebracht, ein Gewicht von 0,00007187 Gramm hinreicht, den Draht 1 Grad um seine Axe zu drehen. An dem elektrischen Wagebalken stand der Mittelpunkt der Kugel 54 Linien von der Drehungsaxe entfernt, und daher würde eine Kraft von 0,12 Milligramm., normal ge-

gegen den Mittelpunkt wirkend, einer Torsion des Drahts um 90 Grade das Gleichgewicht halten. Eine solche Empfindlichkeit des Drahtes genügt zu allen bei elektrischen Versuchen vorkommenden Messungen. — Nachdem der Balken, wie eben erwähnt ist, in der Wage aufgehängt worden, wurde die Güte seiner Isolirung geprüft. Ich zog aus gutem Schellack einen 6 Zoll langen Faden, befestigte eine Hollundermarkkugel an denselben, und brachte diese durch die Oeffnung *a* in die Wage, so daſs sie von der Kugel des Balkens berührt werden konnte. Durch Torsion des Drahtes wurden beide Kugeln in leichter Berührung erhalten und alsdann zusammen elektrisirt. Der Balken wurde abgestoſsen, und blieb, als er nach mehreren Stunden die feststehende Kugel wieder berührt hatte, an demselben haften. Dieſs ist ein Zeichen der Tauglichkeit des Balkens, denn wäre derselbe nach Berührung der festen Kugel wieder abgestoſsen worden, so wäre hierdurch angezeigt, daſs der Balken die Elektricität besser leitet, als der Schellackfaden. Der normale Elongationswinkel des Balkens muſs, wo die Stellung des Mikroskops durch die Localität bestimmt ist, durch Drehung der ganzen Wage erreicht werden. (Dieser Winkel wird durch die Neigung zweier Ebenen gegeben, von welchen die eine durch den Aufhängedraht und den Durchmesser der Oeffnung *a*, die andere durch den Draht und die Axe des Mikroskops gelegt ist; derselbe betrug bei meinen Versuchen ungefähr 20 Grade.) Nachdem dieſs geschehen, giebt man der Gabel *c* durch Drehung der Fassung *b* eine passende Lage (am bequemsten so, daſs der Stiel des Hooke'schen Schlüssels dem Beobachter zur linken Hand liegt), und dann erst bringt man die Glimmerscheibe des Wagebalkens durch Drehung des Torsionskreises in die Mitte des Mikroskops. Hiernach wird der Index *d* des Torsionskreises auf den Nullpunkt gerückt; sollte diese Stellung der Ablesung nicht günstig seyn, so ändert man dieselbe, indem man den Stift *g*, nach Lüftung seiner Klemmschraube, in seiner Hülse dreht, und den Wa-

gebalken auf's Neue durch den Torsionskreis in das Feld des Mikroskops bringt.

Dieſs sind die wesentlichen Operationen bei Einrichtung und Aufstellung der Wage. Um das Instrument ungefährdet von einer Stelle zu einer andern schaffen zu können, muſs das in der Figur angegebene Stück *p* angewendet werden. Dasselbe besteht aus einem Korkpfropfen, in welchem in geeigneter schräger Lage eine Messinghülse mit Ring und Klemmschraube festgekittet ist, durch die Hülse geht ein 10 Zoll langer Draht mit einem löffelförmigen Bleche am unteren Ende. Nachdem der Kork in die Oeffnung *a* der Wage fest eingesetzt ist, wird der Löffel mit nach auſsen gerichtetem Rande, durch Verschiebung des Drahtes in der Hülse, unter die Mitte des Wagebalkens gebracht, dann umgedreht und in die Höhe gezogen, wobei derselbe den Balken aufnimmt und sicher in seiner Höhlung ruhen läſst.

Die Prüfungskörper.

Sie bestehen aus Metallkugeln oder Scheiben an langen Schellackstielen, und müssen schnell und sicher an eine bestimmte Stelle der Wage gebracht werden können. Hierzu dient für jeden Prüfungskörper eine ebene Buchsbaumplatte (von 2 Zoll und 1 Zoll Seite), die nahe an einer langen Seite mit einem Loche und in diesem mit einem Korke versehen ist. Ein dünner Glasstab von etwa 3 Zoll Länge geht durch den Kork hindurch, und ist auf der oberen Fläche der Platte durch einen leicht schmelzbaren Kitt befestigt (4 Theile Colophon, 1 Wachs); das untere Ende des Stabes ist mit dem Schellackstiel des Prüfungskörpers verbunden. Will man daher diesen Stiel heben oder senken, oder ihn seitlich richten, so reicht eine mäſsige Erwärmung des Glasstiels hin, demselben die dazu nöthige Beweglichkeit zu geben.

Prüfungskugeln. Ausgesuchte Scherben von orangefarbenem Schellack wurden zwischen Spiegelplatten gerollt, so daſs ein Stab von 5 Zoll Länge, oben $2\frac{1}{2}$, unten $1\frac{1}{3}$ Linie

Digitized by Google

dick, gebildet wurde. Bei dem ersten Zusammenschmelzen des Lacks ist ein Aufschäumen nicht zu verhindern, das später, wo nur eine Erweichung desselben nöthig ist, sorgfältig vermieden werden muſs. Die Glasplatten waren ausgesucht, am Elektroskope als isolirend befunden worden, und wurden während des Gebrauches häufig mit Alkohol gereinigt. Als der Schellackstab seine Länge erhalten hatte, wurde er an den oben erwähnten Glasstab in der Holzplatte mit seinem dickeren Ende angeschmelzt, mit dem anderen Ende nach unten gerichtet und in einem Gestelle befestigt. Eine sorgsam abgedrehte Messingkugel von 2 Linien Durchmesser wurde, in Kork eingefuttert, erhitzt und durch Andrücken an das untere Ende des Schellackstiels angekittet. Es ist wesentlich, daſs hierbei die Kugel nicht zu heiſs sey, weil sonst der Schellack gebräunt und leitend wird. Nachdem so zwei Prüfungskugeln gefertigt waren, wurden sie einzeln elektrisirt, in die Wage gebracht und die Zerstreuung der Elektricität an ihnen untersucht. Bei wesentlicher Verschiedenheit der die Zerstreuung ausdrückenden Gröſse p wurde der Stiel der Prüfungskugel, welche für dieselbe den kleineren Werth gegeben hatte, verworfen und durch einen andern ersetzt, bis zwei gleichwerthige Stiele erhalten waren. Diese sind dann in der Wage gehörig zu richten. Eine der Kugeln wird, nach Erwärmung ihres Glasstiels, so gerichtet, daſs sie die Kugel des Wagebalkens an einem bemerkbaren Punkte berührt, alsdann wird die Lage ihrer Holzplatte auf der Deckplatte der Wage genau bezeichnet, und der Wagebalken durch Drehung des Torsionskreises mit der Kugel in dauernde Berührung gebracht. Man dreht alsdann die Deckplatte der Wage so weit, bis die Glimmerscheibe des Balkens in der Mitte des Mikroskops erscheint (s. die Figur), entfernt die erste Prüfungskugel, und setzt die zweite an ihre Stelle. Auch diese muſs durch Bewegung des erwärmten Glasstiels so gestellt werden, daſs sie die Kugel des Balkens an dem früheren Punkt berührt, und daſs zugleich die Glimmerscheibe auf den mittelsten Strich des Mikroskops einspielt.

Digitized by Google

Letzteres kann durch Verschiebung der Holzplatte des Stiels genau erreicht werden, wonach auch die Lage dieser Platte auf dem Deckel der Wage bezeichnet wird.

Die Prüfungsscheiben. Der gerade Stiel der Scheiben wurde in der angegebenen Weise aus gewalztem Schellack verfertigt, in Hinsicht auf Zerstreuung geprüft und an einem Glasstiele in einer Holzplatte befestigt. Der Arm, der die Scheibe selbst tragen sollte, wurde in folgender Weise verfertigt. Ein holer Holzcylinder von $1\frac{1}{2}$ Zoll Höhe war an seiner Grundfläche mit einer durchbohrten Messingplatte versehen. Ein ausgesuchtes Schellackstäbchen von 2 Zoll Länge wurde an einem Ende bis zum Schmelzen erhitzt, und mit diesem Ende auf eine reine Glasplatte gestellt; der Holzcylinder wurde über dasselbe gestülpt und mit einem Gewichte von 3 Pfund beschwert. Bei einiger Vorsicht erhält man so an dem Schellackstabe eine Scheibe von etwa $5\frac{1}{2}$ Linien Durchmesser mit spiegelnder Oberfläche. Ein zweites Schellackstäbchen wurde eben so behandelt, bis die erhaltene Scheibe mit der ersten gleiche Dicke und gleichen Durchmesser hatte. Dieſs gelang erst nach mehreren Versuchen, in welchen die bereits gepreſste, nicht genügende Scheibe an der Metallplatte der Holzscheibe vorsichtig erwärmt und auf's Neue gepreſst wurde. Jede Scheibe wurde nun mit ihrem Stiele an einen langen Schellackstiel normal angesetzt, so daſs die Fläche der Scheibe der Axe des Stiels sichtlich parallel stand. Ein Scheibchen von $5\frac{1}{6}$ Linien Durchmesser, mit einem scharfen Stahlstempel aus ächtem Goldpapier geschlagen, wurde auf der spiegelnden Fläche jeder Schellackscheibe mit Schellackfirniſs befestigt und angedrückt. Um beiden Prüfungsscheiben eine gleiche Stellung in der Wage zu geben, brachte ich die eine Scheibe nach Erwärmung ihres Glasstiels in die Wage, und richtete sie so, daſs die Kugel des Balkens ihre Mitte berühren konnte. Hierauf wurde, nach Feststellung des Wagebalkens durch den Halter *p* (s. die Figur), der Deckel der Wage abgenommen und frei aufgestellt, die Oeffnung *a* frei gemacht und die bereits eingepaſste Prüfungsscheibe

Digitized by Google

genau an die vorher bezeichnete Stelle gesetzt. Eine kleine Glimmerscheibe von $5\frac{1}{6}$ Linien Durchmesser, an dem Ende einer Schraube befestigt, deren Mutter festgestellt war, wurde genau mit der Prüfungsscheibe in Berührung gebracht und die letztere darauf entfernt. Ich machte nun den Stiel der zweiten Prüfungsscheibe nach allen Seiten biegsam, indem ich das Knie derselben und den Glasstiel oberhalb der Holzplatte erwärmte, und suchte die Goldscheibe in die durch die feste Glimmerscheibe gegebene Stellung zu bringen. War dieſs gelungen, so wurde wieder die erste Prüfungsscheibe versucht und so fortgefahren, bis beide Scheiben eine identische Stellung hatten, wenn die Holzplatte einer jeden die auf der Deckplatte der Wage bezeichnete Lage inne hatte.

Da man der vollkommenen Gleichheit zweier Prüfungskörper niemals sicher seyn kann, so ist es gerathen, bei der Wiederholung der Bestimmung eines Dichtigkeitsverhältnisses $\frac{a}{b}$, den Körper, der früher a maſs, zur Messung von b anzuwenden und das Mittel beider Bestimmungen zu nehmen. — Um der Tauglichkeit zweier Prüfungskörper gewiſs zu seyn, berühre ich denselben Punkt an dem Knopfe einer geladenen Leydener Flasche schnell nach einander mit den beiden Körpern, und bestimme das Verhältniſs der aufgenommenen Elektricitätsmengen nach der oben gelehrten Methode. Da hier das Verhältniſs einer Dichtigkeit zu ihr selbst bestimmt wird, so muſs, wenn die Prüfungskörper tauglich sind, ein von der Einheit wenig abweichender Werth erhalten werden. Die Messung geschieht ganz so, wie bei der Bestimmung irgend eines Dichtigkeitsverhältnisses, weshalb ich einige solcher Prüfungsversuche als Beispiele der angegebenen Bestimmungsmethode hier folgen lasse.

Digitized by Google

Scheibe.	Zeit-intervall.	Torsionen beobachtet.	Torsionen berechnet.	Verhältniſs Scheibe 2 zu 1.
1		246		1,02
2	3,6	229	250,8	
	2,5	215		
2		233		0,99
1	3,5	216	234,3	
	3,3	200		
			Mittel	1,00
Kugel.				Kugel 4 zu 3.
4		93		1,00
3	2,7	85	92,5	
	4	75		
3		175		1,00
4	2,9	159,5	175,3	
	2	149,5		

Die berechnete Torsion ist nach Formel II (S. 368) gefunden, und ergiebt sich z. B. für die letzte Beobachtung folgendermaſsen:

Es ist $t_z = 159{,}5 \quad d = 10 \quad z = 2{,}9 \quad z' = 2,$

daher $p = \frac{2 \,.\, 154{,}5}{10} = 30{,}9 \quad \frac{p}{z} - 0{,}5 = 10{,}1$

$$t_0 = 159{,}5 + \frac{159{,}5}{10{,}1} = 175{,}3.$$

V. *Ueber eine Vereinfachung der Uhrwerke, welche zur Hervorbringung einer gleichförmigen Bewegung bestimmt sind: von M. H. Jacobi.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. a. d. *Bullet. phys. math. de St. Petersb.*, *T. VI.*)

In der practischen Mechanik kommt oft die Aufgabe vor, eine gleichförmige continuirliche Kreisbewegung durch Gewichte hervorzubringen. Der Angriffspunkt der Kraft ist gewöhnlich eine einfache Schnurrolle oder ein an seiner Oberfläche mit schraubenförmigen Einschnitten versehener

Digitized by Google

Cylinder, von dessen Axe aus die Bewegung, durch mehrfache Uebersetzungen von Rad und Getriebe, endlich bis zu einer Axe fortgepflanzt wird, die einen aus zwei oder mehreren Flügeln bestehenden Windfang trägt, und die sich mit groſser Geschwindigkeit umdreht. Der Zweck dieses Windfanges ist, durch den Widerstand, den er in der Luft erfährt, der Beschleunigung der Schwere das Gleichgewicht zu halten. Diese bekannte und vielfach angewendete Einrichtung hat indessen folgende Nachtheile:

1) Man bedarf einer ansehnlichen Anzahl Räder und Getriebe, welche um desto sorgfältiger gearbeitet seyn müssen, je gröſser ihre Umlaufsgeschwindigkeit ist.
2) Es verflieſst jedesmal eine namhafte Zeit, bevor die Bewegung das Maximum ihrer Geschwindigkeit und den gleichförmigen Beharrungszustand erreicht.
3) Bei plötzlicher Arretirung des Systems entsteht eine um so heftigere Reaction, je gröſser die in Bewegung gesetzten Massen sind und je beträchtlicher ihre Geschwindigkeit ist.

Bei einer Aufgabe, die mir vorkam, war es einerseits Bedingung, diese Reaction auf ihr Minimum zurückzuführen oder unschädlich zu machen, andererseits das Maximum der Geschwindigkeit, welches das System haben sollte, in unmeſsbar kurzer Zeit zu erreichen. Das erstere konnte ich auf bekannte Weise leicht bewirken, indem ich nicht nur den Windfang, sondern auch sämmtliche Räder, statt sie fest mit den Axen zu verbinden, nur mit Reibung aufsetzen lieſs. Den zweiten Punkt zu erledigen und zugleich eine beträchtliche Verminderung des früher erforderlichen Räderwerkes herbeizuführen, gelang mir vollkommen durch ein einfaches Mittel, das ich hier mittheile, weil es, so viel ich weiſs, bis jetzt noch nicht angewendet worden ist, und in vielen Fällen von groſsem Nutzen seyn kann. Ich lasse nämlich den Windfang, statt in der Luft, *in einem mehr widerstehenden Mittel*, *und namentlich in Oel laufen.* Dieses letztere befindet sich in einem Gefäſse, auf dessen Boden ein Pfannenlager befestigt ist, in welchem der Zapfen

Digitized by Google

einer verticalen Welle oder Axe läuft, an welcher der Windfang befestigt ist. Diese Axe erhält ihre Bewegung durch ein konisches Rad und Getriebe, oder durch ein gewöhnliches Getriebe, in welches ein Kronrad greift. Man übersieht, daſs die Geschwindigkeit dieser letzteren Axe um desto geringer seyn kann, je gröſser die Flügel des Windfanges oder je mehr dieselben von Oel bedeckt sind. Hierdurch erhält man zugleich ein leichtes Mittel die Geschwindigkeit des ganzen Systems zu reguliren. In manchen Fällen, besonders wo veränderliche Widerstände vorkommen, dürfte es nöthig seyn, an der letzteren Axe eine dem Schwungregulator bei Dampfmaschinen ähnliche Vorrichtung anzubringen, mit welcher der Windfang so verbunden wäre, daſs wenn die Geschwindigkeit abnähme, die Flügel aus der Flüssigkeit herausgehoben, dagegen tiefer eingesenkt würden, wenn die Geschwindigkeit sich vermehrte. Ueber die erforderlichen Gröſsenverhältnisse lassen sich natürlich keine bestimmten Regeln geben, weil die Zwecke, die man erreichen will, sehr verschiedenartig seyn können. Jeder nur einigermaſsen verständige Arbeiter wird aber leicht das richtige Verhältniſs finden können. Bei dem Uhrwerke, das ich der Klasse hierbei vorzustellen die Ehre habe, und bei dem es sich darum handelt, einer verticalen Scheibe, die häufig plötzlich arretirt werden muſs, und die oft nur Winkel von 10° zu beschreiben hat, eine Geschwindigkeit von 15 Umdrehungen in der Minute zu ertheilen, besitzt die verticale Axe, welche den Windfang trägt, nur eine Geschwindigkeit von 85 Umdrehungen in der Minute. Der Windfang selbst besteht aus vier Flügeln von $\frac{7}{8}''$ Länge und $\frac{1}{8}''$ Höhe. Hätten es anderweitige Bedingungen des Werks erlaubt, die Scheibe horizontal zu stellen, so hätte man den Windfang unmittelbar an der Axe dieser sich nur 15 Mal in der Minute drehenden Scheibe befestigen und nur die Flügel desselben etwas verlängern dürfen. Die Vorzüge, welche dieses Uhrwerk besitzt, bestehen:

1) in der Einfachheit seiner Construction,

2) darin, daſs es das Maximum der Geschwindigkeit und

die Gleichförmigkeit der Bewegung in unmeſsbar kurzer Zeit erreicht,

3) daſs beim plötzlichen Arretiren der Scheibe, oder vielmehr des daran befestigten Zeigers, nicht die mindeste Reaction stattfindet.

VI. *Ueber Sir David Brewster's neue Zerlegung des Sonnenlichts.*

(*Phil. Mag. Ser. III, Vol. XXX, p.* 73, wo der Titel des Aufsatzes ächt aristokratisch wörtlich so lautet: *The Astronomer Royal on Sir David Brewster's New Analysis of Solar Light.*)

In den Anmerkungen zur zweiten Ausgabe der »*History of the Inductive Sciences*«, hat Hr. Dr. Whewell sich mit meiner Bewilligung auf Versuche von mir bezogen, die ich in einer Sitzung der *Cambridge Philosophical Society* vorgetragen, und in der Absicht angestellt habe, um die von Sir David Brewster in seinem Aufsatz: »*On a New Analysis of Solar Light, indicating three Primary Colours, forming Coincident Spectra of equal length* [1])«, gezogenen Schlüsse zu widerlegen (*to invalidate*). Ich halte es demnach für meine Schuldigkeit, dem Publicum diese Versuche so genau zu beschreiben, als ich es jetzt vermag. Indeſs muſs diese Beschreibung theilweis unvollständig bleiben, und zwar aus folgenden Gründen. Ich hatte die Resultate der Versuche oder die daraus gezogenen Schlüsse niemals ordentlich niedergeschrieben, und gab den mündlichen Bericht in der *Cambridge Philosophical Society*, so weit er die Thatsachen betraf, nach bloſsen zur Zeit der Versuche aufgezeichneten Bleistift-Notizen, und mehr noch aus dem Gedächtniſs. Diese Notizen habe ich verlegt, und daher bin ich unvermögend die Namen und die Combina-

1) *Transact. of the R. Edinb. Soc. Vol. XII.* — Auszugsweise in diesen Annalen, Bd. 23, S. 435.

Digitized by Google

tionen der von mir angewandten absorbirenden Substanzen im Detail anzugeben. Allein in Betreff der Methode, der Resultate und der Schlüsse habe ich noch Alles so vollkommen inne, wie an den Tagen, da die Versuche angestellt wurden. Nachdem ich dieses vorausgeschickt, will ich meinen Bericht in derselben Ordnung geben, wie ich ihn, ich glaube im J. 1833, in der *Cambridge Philosophical Society* vorgetragen habe.

Zunächst muſs ich bemerken, daſs wenn auch die von Sir David Brewster angeführten Thatsachen auſser allem Zweifel gesetzt wären, doch der Schluſs auf die drei Farben ungemein zweifelhaft ist. Es ist wohl gewiſs, daſs die scheinbaren Farben des Spectrums auch durch Combinationen von anderen Farben hervorgebracht werden können, und daher scheint kein hinreichender Grund vorhanden, um gerade die von Sir David Brewster angenommene zu wählen. Es ist ganz natürlich, daſs die Aufmerksamkeit des Lesers auf diese Farben hingelenkt wird, denn da Sir David Brewster die Details seiner Theorie in bedeutender Ausführlichkeit entwickelt, ehe er seine Versuche giebt, so wird der Leser zu der Voraussetzung verleitet, diese Versuche zeigten wirklich drei solche Spectra wie im Titel des Aufsatzes angekündigt sind. Diejenigen aber, welche in die Einzelheiten des Aufsatzes eindringen, werden sehen, daſs die Versuche dergleichen nicht darthun. Das Einzige, was die Versuche angeblich zeigen, ist: daſs durch Anwendung verschiedener absorbirender Media gewisse Stücke der Spectra gewisse Farbenveränderungen erleiden. Und die einzige Frage, welche ich aufzuwerfen geneigt bin, besteht darin: Ist es ausgemacht, daſs die Farbe irgend eines Stücks vom Spectrum verändert werde durch Anwendung eines absorbirenden Mediums?

Meine zweite Bemerkung betrifft eine, wie ich glaube, mögliche Fehlerquelle in Sir David Brewster's Versuchen. Aus seinem Aufsatz geht nicht hervor, daſs das abgeänderte Spectrum sogleich mit einem unveränderten verglichen worden sey. Ich bin aber der festen Ansicht, daſs

das Auge kein Gedächtniſs für Farben besitzt, und keine Angabe über Farbenveränderung zuverlässig ist, sobald nicht die unveränderte Farbe neben die muthmaſslich veränderte gelegt wird.

Drittens muſs ich bemerken, daſs, wie es scheint, keine Vorsicht getroffen war, Licht aus anderen Quellen von dem Auge abzuhalten. In der That ist es gewiſs, daſs bei einem Versuche von Sir William Herschel, auf welchen Sir David Brewster verweist, eine Mischung von anderem Lichte zugegen war. Als das Spectrum auf blankes Messing geworfen wurde, »machte die Farbe des Messings die rothen Strahlen wie orange erscheinen, und die Orangenfarbe war ebenfalls anders als sie hätte seyn müssen«. Wenn man aber Sir William Herschel's Aufsatz nachliest, wird man sehen, daſs das Spectrum durch ein Prisma gebildet ward, welches sich in dem oberen Theil eines offenen Fensters befand; und es hält nicht schwer vorauszusagen, was der Effect eines von allen übrigen Theilen des Fensters herkommenden Lichtes seyn muſste.

Ich schreite nun zur Beschreibung der Form, unter welcher meine eigenen Versuche gemacht wurden.

Ich verfinsterte meinen Hörsaal durch Schlieſsung der Fensterläden, deren Fugen fast absolut lichtdicht waren. Durch ein Loch in einem dieser Laden wurde mittelst eines Reflectors von auſsen Sonnenlicht in zweckmäſsiger Richtung hineingeworfen. Hinter diesem Loche, jedoch in hinreichendem Abstande, um eine absorbirende Substanz einzuschalten, befand sich eine Metallplatte mit einem Schlitz von zwei Zoll Länge und veränderlicher Breite. Das durch diesen Schlitz gehende Sonnenlicht fiel auf ein sehr gutes Prisma, das, in der Entfernung von etwa einem Fuſs, mit seiner Axe dem Schlitze parallel war. Hinter dem Prisma befand sich eine groſse Linse, mittelst welcher die vom Schlitz aus divergirend auf das Prisma fallenden Strahlen zur Convergenz gebracht wurden, so daſs sie auf einem Papierschirm ein sehr gutes Spectrum bildeten, hinreichend rein, um mehre der stärkeren Linien Fraunhofer's zu

Digitized by Google

zeigen. Sorgfältig ward jedes andere Licht vom Schirme abgehalten.

Um die Wirkung eines absorbirenden Mediums zu zeigen, war es nur nöthig dasselbe vor den Schlitz zu bringen, in solcher Weise, daſs es das Licht, welches durch einen Theil des Schlitzes gehen sollte, auffing und durchlieſs. Der entsprechende Theil des Spectrums erlitt die durch die Absorption hervorgebrachte Abänderung, ohne daſs er gegen den unveränderten Theil irgendwie verschoben ward (die Fraunhofer'schen Linien liefen ohne Verschiebung durch beide), nur war er getrennt von ihm durch die kleine Unterbrechung, welche gewöhnlich durch die Ränder jeder brechenden Substanz veranlaſst wird. Es ist unmöglich, für den Vergleich des modificirten und unmodificirten Spectrums günstigere Umstände als diese zu erdenken.

Ich bin, wie schon gesagt, auſser Stande ein vollständiges Verzeichniſs der angewandten absorbirenden Media zu geben. Ich benutzte jedoch mehre Proben von smalteblauem Glase, alle Arten farbiger Gläser, welche ich mir zu verschiedenen Zeiten von einem Glashändler verschaffen konnte, und alle auffallend farbigen Flüssigkeiten, die sich von einem Chemiker erhalten lieſsen, so wie auch Portwein, Porter u. s. w. Die Flüssigkeiten wurden in platten Flaschen angewandt; besser würden schwach prismatische Gefäſse gewesen seyn, da sie hätten die Flüssigkeiten in verschiedener Dicke anwenden lassen.

Von den Resultaten dieser Versuche kann ich wenig mehr als das einzige negative angeben, — daſs in der Qualität der Farben keine Aenderung hervorgebracht ward. Nach der geduldigsten Untersuchung konnte ich nicht einmal einen Verdacht auf eine Veränderung fassen, ausgenommen in zwei oder drei Fällen, wo es mir vorkam, als wäre die blaue Farbe nach beiden Seiten hin ausgedehnt, und schnitte einerseits auf dem Grün und andererseits auf dem Blauen ab; allein selbst dieser Argwohn verschwand, als ich die Oeffnungen sorgfältiger schloſs, durch welche

Digitized by Google

etwas verirrtes (*stray*) Licht zwischen dem Loch im Laden und dem Schlitz in der Metallplatte eindrang.

Das Resultat, welches ich darzubieten vermag, ist nothwendig nur ein negatives, und der Schluſs, zu welchem es führt, würde durch Aufstellung einer widersprechenden Thatsache aufgehoben. Allein eine solche Thatsache müſste auſser allem Zweifel festgestellt werden, und ich stehe nicht an zu sagen, daſs kein Versuch vor den meinen einen zweifelsfreien Schluſs gestattet. Als unerläſslich nothwendig für Genauigkeit bestehe ich auf zwei Punkte: Juxtaposition des modificirten und unmodificirten Spectrums, und Ausschlieſsung jedes anderen Lichts.

Auch muſs sich der Experimentator in Acht nehmen vor den Veränderungen, welche das Licht durch bloſse Verstärkungen oder Schwächungen scheinbar in seiner Qualität erleidet. Jedermann weiſs z. B., daſs wenn die untergehende Sonne eine schwach gelbe Farbe anzunehmen anfängt, ihr Licht, von einer weiſs betünchten Mauer aufgefangen, als ein mattes Roth (*a full blush red*) erscheint, ob wohl nicht der geringste Grund zu glauben da ist, die Qualität sey wirklich verändert.

VII. *Erwiderung auf den vorstehenden Aufsatz über eine neue Zerlegung des Sonnenlichts; von Sir David Brewster.*

(*Phil. Mag. Ser. III, Vol. XXX, p.* 153.)

Die Bemerkungen des Hrn. Airy über meine Analyse des Sonnenspectrums haben ohne Zweifel bei den wissenschaftlichen Lesern eben so viel Verwunderung erregt, als bei mir, und dieſs unabhängig von der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Resultate, auf welche sie sich beziehen. Wenn ein Physiker die Untersuchungen eines anderen prüft und seine Meinung über dieselben ausspricht, besonders über

solche, welche competente Richter für gültig (*sound*) erklärt haben, so ist er verpflichtet, dieselben Versuche, welche er verwirft, mit ähnlichen Apparaten und ähnlichen Materialien zu wiederholen, die beobachteten Unterschiede anzugeben, die Ursachen der Abweichungen auszuforschen, seine eigenen Ansichten durch neue und entscheidende Versuche festzustellen, und, zur Rechtfertigung seiner Anklagen gegen einen Mitarbeiter in der Wissenschaft, seine Untersuchungen zu veröffentlichen. Alles dieses hat Hr. Airy nicht gethan, sondern einen Weg eingeschlagen, welcher in der Wissenschaft eben so ungewöhnlich, als nachtheilig für deren Fortschritte ist.

Die Frage (die einzige, wie Hr. Airy sagt), auf welche diese Beobachtungen Bezug haben, ist diese: *Ist es ausgemacht, daſs die Farbe irgend eines Stücks vom Spectrum verändert werde durch Anwendung eines absorbirenden Mediums?«* Auf diese Frage habe ich und Andere die Antwort gegeben, *daſs absorbirende Media wirklich die Farbe verschiedener Stücke des Spectrums verändern.* Ich gebe diese Antwort noch jetzt, und ehe ich glaube, daſs ich während der letzten *funfzig* Jahre blind gewesen sey, will ich die Vermuthung wagen, daſs der Königliche Astronom die Farben nicht unterscheiden könne, ein ächter *Idiops* sey, — ein Name, den sein Freund, der Dr. Whewell, für die unglücklichen Mitglieder der farbenblinden Gemeinde vorgeschlagen hat.

Bevor ich mich über die Analyse des Spectrums durch Absorption auslasse, muſs ich von der Anstellungsweise der Versuche reden. Hr. Airy sagt: *»das Auge habe kein Gedächtniſs für Farben«*, und es sey daher nothwendig, das *modificirte* Spectrum *sogleich* mit dem *unmodificirten* zu vergleichen. Es mag wahr seyn, daſs das Auge kein Gedächtniſs irgend einer Art habe, und deshalb auch nicht für Farben; allein ich weiſs, daſs ich ein Gedächtniſs für Farben habe, die Farben durch eine funfzigjährige Uebung (*Schooling*) meinem Gedächtnisse so eingeprägt sind, daſs ich ohne unmittelbaren Vergleich sagen kann, ob ein *grüner* Raum

Digitized by Google

gelber geworden sey oder nicht, ob ich eine Portion von *weiſsem* Licht, welche durch gewisse Combinationen absorbirender Media im Spectrum neben einer Portion von *rothem* Licht, wie eine *Mandel* neben einer *Kirsche* liegt, vor mir sehe oder nicht.

Allein abgesehen von diesen Betrachtungen, bitte ich Hrn. Airy sich zu erinnern, daſs ich der Erste war, welcher die von ihm als die seinige betrachtete Methode des Nebeneinanderlegens der *modificirten* und *unmodificirten* Spectra, durch Benutzung eines und desselben Schlitzes für beide, anwandte, daſs ich sie ihm vor *funfzehn* Jahren zeigte, als er mir die Ehre erwies, mich in Roxburgshire zu besuchen. In dem im Jahr 1833 vor der K. Gesellschaft gelesenen Aufsatz: »Ueber die Linien im Spectrum« [1]) drücke ich mich, wo ich von der Coincidenz der Salpetergas-Linien mit den Fraunhofer'schen spreche, folgendermaſsen aus:

„Um einen augenscheinlichen Beweis von dieser Thatsache zu liefern, bildete ich das Sonnen- und das Gasspectrum *mit Licht, das durch eine selbe Oeffnung* ging, so daſs die Linien in dem einen denen im andern gegenüberstanden wie die Theilstriche eines Kreises und seines Nonius, und das Zusammenfallen oder Nichtzusammenfallen ein Gegenstand der bloſsen Anschauung ward. Ich legte dann die zwei Spectra, wenn sie beide aus Sonnenlicht gebildet waren, übereinander, und zeigte somit auf einmal die beiden Streifen von Linien mit allen ihren Coincidenzen und scheinbaren Abweichungen davon. Prof. Airy, dem ich diesen Versuch zeigte, bemerkte, daſs er die eine Reihe von Linien durch die andere hin sehe, was eine genaue Beschreibung eines Phänomens ist, das vielleicht eines der glänzendsten in der physischen Optik ist, sowohl für das Auge als für das Urtheil.“

Am 15. April 1822 legte ich der K. Gesellschaft zu Edinburgh einen Aufsatz vor, in welchem ich verschiedene Versuche beschrieb, *zum Beweise*, daſs die Farbe von Theilen des Spectrums durch absorbirende Mittel verändert wird, und an der brechbarsten Seite der Linie *D* eine *deutliche*

1) *Edinb. Transact., Vol. XII, p.* 525. (Auszugsweise in dies Ann. Bd 28, S. 386; Bd. 33, S. 233 und Bd. 38, S. 50.)

Digitized by Google

gelbe Zone ausgeschieden werden kann [1]). Um dieselbe Zeit richtete Sir John Herschel einen Brief an mich »Ueber die Absorption des Lichts durch farbige Mittel etc.« [2]), enthaltend Versuche, aus welchen er einen dem meinigen gleichen Schluſs zog, wie aus dem Briefe und aus folgenden Stellen seines *Treatise on Light* hervorgeht. Als er das Spectrum durch ein Stück smalteblauen Glases von 0,042 Zoll Dicke betrachtete, machte er die folgende Beobachtung:

„Dieses *Roth* (das innerste von zwei rothen Zonen) war frei von dem *geringsten Stich* in's *Orange;* seine brechbarste Zone ging sehr nahe bis zur schwarzen Linie *D* im Spectrum. Eine *schmale, scharfe,* schwarze Linie trennte dieses *Roth* von dem *Gelb, welches eine ziemlich wohl begränzte Zone von groſser Lebhaftigkeit und Reinheit der Farbe* war, breiter als das erste *Roth*, und begränzt an der *grünen* Seite durch einen dunklen, obwohl nicht ganz schwarzen Raum." — Art. 496.

Nach dieser deutlichen und gut beschriebenen Beobachtung, die auch ich wohl hundert Mal gemacht habe, argumentirt Sir John wie folgt:

„Die beiden im Art. 497 angegebenen *Roth* haben durchaus dieselbe Farbe, und lassen sich nicht unterscheiden. Andererseits ist der *Uebergang vom reinen Roth in reines Gelb* in den dort beschriebenen Fällen *ganz plötzlich, und der Contrast der Farben höchst auffallend.* . . . Was ist nun, kann man fragen, aus dem *Orange* geworden, und wie geschieht es, daſs seine Stelle einerseits durch *Roth* und andererseits durch *Gelb* eingenommen ist? Sicher führen diese Erscheinungen zu dem Glauben, daſs die Zerlegung des weiſsen Lichts durch das Prisma nicht die einzige zulässige sey. . . . Diese Idee ist vom Dr. Brewster in einem in den *Edinburgh Transactions, Vol. IX*, enthaltenen Aufsatz ausgesprochen, und dieselbe Folgerung scheint sich aus anderen in demselben Bande dieser Schriften veröffentlichten Versuchen zu ergeben." — Art. 506.

Seit 1822 hatte ich im Laufe von zehn Jahren Gelegenheit das Spectrum buchstäblich durch hunderte von starren, flüssigen und gasigen Körpern in verschiedenen Combinationen zu beschauen, und dieſs führte mich zu der Verallgemeinerung, die ich in dem am 21. März 1831 in der

K.

1) *Edinb. Phil. Transact., Vol. IX, p.* 433—444.

2) *Ibid. p.* 445—460.

Digitized by Google

K. Gesellschaft zu Edinburg gelesenen Aufsatz: »*Ueber eine neue Analyse des Sonnenlichts*« beschrieben habe [1]). Ich bemühte mich durch specifische Versuche zu beweisen, daſs das Sonnenspectrum ein Zusammengesetztes und durch absorbirende Mittel zerlegbar sey, und es gelang mir eine Portion *weiſsen* Lichts daraus abzuscheiden, welche das Prisma nicht zu zersetzen vermochte. Da dieſs indeſs nicht die streitigen Punkte zwischen dem Königl. Astronomen und mir sind, so werde ich nicht weiter davon reden.

Fast drei Jahre nach der Lesung dieses Aufsatzes, am 6. Jan. 1834, machte der Präsident und Rath der Königl. Gesellschaft folgende Anzeige:

„Der Präsident zeigt an, daſs der Rath beschlossen hat, dem Sir David Brewster für seinen Aufsatz über die neue Analyse des Sonnenlichts den zweijährigen Keith'schen Preis für die zweite Periode zuzuerkennen."

Da ich damals auf dem Lande lebte, so hatte ich keine Kunde von der Absicht der K. Gesellschaft, mir diese Ehre zu erweisen. Es wurden mir keine Zweifel an der Genauigkeit meiner Versuche geäuſsert, und keine Erläuterungen abgefordert; ich erfuhr die Preis-Ertheilung, erst als ich am 6. Jan. einer Sitzung der K. Gesellschaft in Edinburg beiwohnte und jene Anzeige vorgelesen ward. Prof. Forbes, Secretär der physikalischen Klasse, war damals der Vertreter der Physik in dem Rath. Ich wuſste, daſs er viele Versuche über die Wirkung absorbirender Mittel auf das Sonnenspectrum angestellt hat, und ohne Zweifel hat er auch die von Sir John Herschel und mir beschriebene fundamentale Thatsache beobachtet, welche, wenn sie richtig ist, die Frage zwischen Hrn. Airy und mir beseitigt.

Wie man gesehen, hat Hr. Airy i. J. 1833 Versuche über das Spectrum angestellt. Er konnte bei Wirkung absorbirender Mittel auf das Spectrum keine Farbenveränderung wahrnehmen, und trug dieses Resultat *mündlich* und aus dem Gedächtniſs in einer Sitzung der *Philosophical Society* zu Cambridge vor. Er hielt es nicht für werth, seine

1) *Edinb. Transact., Vol. XII, p.* 123.

Digitized by Google

Resultate aufzubewahren, denn er copirte nicht einmal seine Bleistiftnotizen; er glaubte nicht, daſs sie einer Veröffentlichung verdienten, und dennoch nahm Dr. Whewell, der Historiker der Wissenschaft, sie *vier* Jahre später auf, und überging Sir John Herschel's Versuche, welche er nicht gekannt haben mag, so wie die meinigen, welche er kannte. Ohne Rücksicht auf die Entscheidung der K. Gesellschaft, giebt er Hrn. Airy's Versuche, doch ohne dessen Namen als dem meinigen feindselig zu nennen, durch die Angabe, daſs meine Thatsache »von *anderen Experimentatoren* geläugnet worden sey.«

Die willkührliche Verwerfung der Genauigkeit meiner Versuche auf anonyme Authorität ward in einer der Recensionen von Dr. Whewell's Werke gerügt, weshalb er sich denn natürlich bei Veröffentlichung einer zweiten Ausgabe an seinen anonymen Experimentator wendet, der sich als Hr. Airy herausstellt. Ohne einen einzigen neuen Versuch zu machen, ohne einmal seine Bleistiftnotizen zu gebrauchen, welche er verloren zu haben scheint, ermächtigt der Königliche Astronom den *Master of Trinity* (Meister (Director) des Trinity-College in Cambridge) wiederum seine Versuche anzuführen, als meiner Analyse des Sonnenlichts widersprechend. Dr. Whewell hat dieses natürlich gethan, aber in einer Note, die in ihren Argumenten so zweideutig und in ihren Fragen mir so unverständlich ist, daſs ich nicht umhin kann sie zu kritisiren. Er fragt mich z. B., ob damit gemeint sey, d. h. ob ich meine, daſs Newton's Versuche *nichts beweisen?* Wo habe ich je gesagt, daſs sie nichts bewiesen? Newton's prismatische Zerlegung des Sonnenspectrums ist nach meiner Meinung eine seiner gröſsten Entdeckungen. »Oder,« setzt er hinzu, »ist Newton's *Folgerung* nur wahr zu halten für Licht, welches nicht durch Absorption zerlegt worden ist?« Hierauf erwiedere ich, daſs Newton's Schlüsse in Bezug auf die scheinbare Zerfällung des Spectrums in sieben Farben und deren verschiedene Brechbarkeit nicht im Geringsten durch meine Zerlegung des Sonnenlichts angetastet werden. »Und

wo,« fährt er fort, »finden wir ein solches Licht, seitdem die Atmosphäre absorbirt«. Ich antworte darauf, daſs Newton's prismatische Analyse nothwendig die Analyse eines Lichtes seyn muſs, welches alle beim Durchgang durch die Atmosphären der Sonne und der Erde ausgesetzten Einwirkungen erlitten hat; allein, wenn ich den Gegenstand der Frage miſsverstand, so muſs ich andererseits antworten, daſs ein Licht, welches keine Absorption erlitt und in welchem kein einziger bestimmter Strahl fehlt, in den uns allen bekannten weiſsen künstlichen Flammen gefunden wird. Ich habe in meiner Original-Abhandlung deutlich gesagt, was Dr. Whewell nicht gelesen zu haben scheint, daſs Newton's prismatische Analyse des Sonnenlichts, so weit sie reicht, vollkommen ist. Doch Newton beging einen Irrthum, wenn Irrthum der rechte Ausdruck ist, indem er angiebt, daſs dieselbe Brechbarkeit immer derselben Farbe angehöre.

Nachdem er Hrn. Dr. Whewell ermächtigt, seine Versuche über Absorption abermals anzuführen, hat es der Königliche Astronom, um dieſs zu rechtfertigen, für nothwendig gehalten, diese Versuche aus seinen Erinnerungen zu veröffentlichen. Es ist das erste Mal in den Annalen der Wissenschaft, daſs *Erinnerungen* von Versuchen der Welt übergeben werden. Ein alternder Physiker, dessen schwaches Gesicht und zitternde Hand nicht mehr zu den feinen Operationen einer Experimental-Untersuchung geschickt sind, mag entschuldigt seyn, wenn er zur Stütze oder Widerlegung einer anregenden Speculation die Erinnerungen seines Mannesalters zurückruft; allein diese Entschuldigung paſst nicht für die, welche, bei den Mitteln und der Muſse zur Wiederholung ihrer Versuche, Erinnerungen vorbringen, um die Untersuchungen Anderer, die in demselben Felde der Wissenschaft mit Geduld und Erfolg gearbeitet haben, zu verdächtigen oder umzustoſsen.

Im gegenwärtigen Falle haben diese Erinnerungen einen noch besonderen Charakter: sie werden von dem Verfasser *»nur als negativ«* ausgegeben. *»Von den Resultaten*

Digitized by Google

dieser Versuche«, sagt der Königl. Astronom, »*kann ich wenig mehr als das einzige negative geben, — daſs, in den Qualitäten der Farben keine Veränderung hervorgebracht ward«*. Diese *Erinnerungen* haben jedoch noch eine andere Absonderlichkeit. Obwohl auf Farben sich beziehend, sind sie die Erinnerungen einer Person, welcher bekennt, daſs sie kein Gedächtniſs für Farben besitze, und so unvollkommen sind sie, daſs er die Namen der von einem Chemiker erhaltenen Substanzen, durch welche er das Spectrum beschaute, vergiſst, und sich nur »des Portweins und des Porters« aus seinem eigenen Keller erinnert. Hr. Airy kann uns nicht einmal sagen, was er wirklich sah, als er die Sonnenstrahlen durch smalteblaues Glas, Portwein und Porter absorbirte. Das dadurch entstandene Spectrum beschreibt er nicht, sondern sagt uns nur, daſs die Beschaffenheit der Farben unverändert blieb. Sir John Herschel machte, wie wir gesehen haben, den Versuch sorgfältig mit demselben Glase und beschrieb die Resultate davon sehr genau; ich that dasselbe, und wir beide fanden, *daſs die Qualitäten der Farben entschieden geändert* wurden. Allein Hr. Airy hat den Versuch vielleicht geschickter angestellt als wir; er sucht sich zu sichern, indem er das modificirte Spectrum mit dem unmodificirten vergleicht und alles fremde Licht ausschlieſst, — Vorsichtsmaſsregeln, welche Andere sorgfältiger und wirksamer trafen als er es that. Bei allen diesen Vorsichtsmaſsregeln vernachlässigte er jedoch die wichtigste. Er fing das Spectrum mit einem Papierschirm auf! und als er es so beschaute, ward seine Retina von all den verschiedenartigen Farben afficirt, die in seinem modificirten und unmodificirten Spectrum erschienen. Bei Sir John's Versuchen drang vielleicht, und bei meinen eigenen gewiſs, kein anderer Lichtstrahl in das Zimmer, als welcher durch die enge Spalte ging. Die *Netzhaut war unser Schirm*, und das absorbirende Mittel wurde dicht vor das Auge und unmittelbar hinter das Prisma gehalten, — die *einzige Methode* um ein ganz reines Spectrum von einem gegebenen Prisma zu bekommen. Ich habe

Digitized by Google

nun ein modificirtes und ein unmodificirtes Spectrum vor mir. Ich kann jedes Stück des einen vergleichen mit jedem Stück des andern, oder kann es für sich untersuchen. Durch die Combination der von mir angewandten Absorbentia sind die Farben so vollständig verändert, dafs ich Jeden, welcher die Veränderung nicht sähe, für blind halten würde. In dem *gestreiften* Spectrum, welches ich in meinem Aufsatz beschrieben habe, sind die Erscheinungen noch schöner und lehrreicher.

Es sind aber nicht allein die absorbirenden Substanzen, durch welche die Qualitäten der Farben des Spectrums verändert werden. In einer Reihe noch nicht veröffentlichter Versuche habe ich ähnliche Effecte mittelst Interferenz von Lichtbündeln erhalten, die durch vollkommen farblose Mittel gingen und prismatisch analysirt wurden.

Was ist nun das Resultat dieser ganzen Discussion? Sir John Herschel und ich haben gewisse Versuche minutiös beschrieben, in welchen wir zu unserer eigenen und vieler Anderer Genugthuung bewiesen, dafs absorbirende Mittel die Farben von Stücken des Spectrums verändern. Hr. Airy erinnert sich durch, wie ich glaube, schlechtere, wie er aber glaubt, bessere Methoden vor vierzehn Jahren gefunden zu haben, dafs diese Farben nicht verändert werden! Der Master of Trinity deponirt diese letzteren Resultate als unzweifelhafte wissenschaftliche Thatsachen, und bemüht sich, dieselben auf die späteste Nachwelt zu bringen.

VIII. *Ueber ein doppeltbrechendes Ocular-Mikrometer; von Hrn. Arago.*

(*Compt. rend., T. XXIV, p.* 400.)

Rochon, Mitglied der älteren Academie der Wissenschaften, dachte zuerst an den Gebrauch der Doppelbrechung zur Bestimmung sehr kleiner Winkel. Er brachte *im In-*

Digitized by Google

nern eines Fernrohrs ein achromatisches Bergkrystall-Prisma an. Mittelst einer geradlinigten Verschiebbarkeit vom Ocular bis zum Objectiv erlaubte dieses Prisma die Durchmesser aller Planeten und Sterne zu messen, die zwischen Null und dem Winkel lagen, welche von den beiden Strahlen, dem *ordentlichen* und dem *auſserordentlichen*, bei ihrem Austritt aus dem achromatischen Prisma gebildet wurden.

Hr. Arago hat dieses Instrument lange Zeit gebraucht. Er bediente sich desselben zu mehr als dreitausend Bestimmungen von Planetendurchmessern. Indeſs zeigten sich dabei mehre Uebelstände. Der Achromatismus des Prismas *konnte nicht zugleich für beide Bilder vollkommen seyn;* bei sehr starken Vergröſserungen wurde dieser Fehler unerträglich; andererseits, wenn sich das Prisma, zur Bestimmung des Nullpunkts der Scale oder zur Messung sehr kleiner Winkel, der Ocularlinse sehr nahe befand, wurden die geringsten Unvollkommenheiten des Krystalls oder der Politur der Flächen bedeutend vergröſsert; endlich, um mit zwei Worten Alles zu sagen, war es verdrieſslich in ein Fernrohr ein Stück einzufügen, welches dessen Güte unvermeidlich verringerte.

Hr. Arago half diesem Uebel schon vor einigen Jahren ab, indem er das doppeltbrechende Prisma *auſserhalb des Fernrohrs* anbrachte, zwischen dem Ocular und dem Auge, dort, wo man die Blendgläser zu Sonnenbeobachtungen anbringt. Die beiden Bilder werden alsdann dadurch in Berührung gesetzt, daſs man, mittelst einer Veränderung *im Abstande beider Linsen des zusammengesetzten Oculars*, die Vergröſserung des Fernrohrs abändert.

Diese *Abstandsveränderung* ist nicht ohne Unbequemlichkeit. Man muſs nach jeder Veränderung des Abstands der beiden Linsen wieder in den Brennpunkt einstellen; auch ist es nöthig, um den möglich besten Effect vom Doppel-Ocular zu haben, daſs die beiden Linsen desselben sich in einem bestimmten Abstand befinden, da dieſs- und jenseits dieser Gränze die Bilder etwas von ihrer Schärfe verlieren; endlich ist dieser mikrometrische Proceſs unan-

Digitized by Google

wendbar, wenn man einfache und sehr stark vergröſsernde Oculare gebrauchen will.

Bei der von Hrn. Arago zuletzt gewählten Einrichtung verschwinden alle diese Schwierigkeiten. Das Prisma befindet sich *drauſsen*, und die Fehler desselben werden niemals vergröſsert. Die Vergröſserung ist unveränderlich; die kürzesten einfachen, die gegenwärtig zu sehr vernachlässigten biconcaven Oculare können angewandt werden. Prismen, etwas breiter als die Pupille, und eine continuirliche Reihe bildend, folgen auf einander, mit Unterschieden von 30 und selbst 15 Secunden, von der kleinsten Divergenz der ordentlichen und auſserordentlichen Strahlen bis zur gröſsten; sie sitzen zu Reihen gereiht in den Oeffnungen von Kupferstücken in Fischbändern, und sind mit diesen verschiebbar längs einer Nuthe auf dem Stück, welches dazu dient, das ganze System am Ocularträger eines jeden Fernrohrs anzubringen. Der Astronom hat nur die Fischbänder vor seinen Augen vorübergehen zu lassen und zuzusehen, welches Prisma ihm von dem beobachteten Gegenstand zwei einander berührende Bilder giebt; dann dividirt er den Trennungswinkel dieses Prismas durch die Vergröſserung des Fernrohrs.

Zuweilen wird das eine Prisma die Bilder zu wenig, das folgende zu stark trennen. Man hat dann für den gesuchten Durchmesser zwei Gränzen, aus welchen man das Mittel nimmt.

Mit Prismen von 15″ Unterschied und mit einer Vergröſserung von 200, weicht jede Messung von der, welche das vorhergehende Prisma liefern würde, nur 0″,15 oder 0″,07 ab, und die Unsicherheit des Mittels wird kaum bis 0″,04 gehen, eine ganz zu vernachlässigende Gröſse.

Diese Form des doppeltbrechenden Ocular-Mikrometer war für die Academie neu, da Hr. Arago sie in derselben niemals vorgezeigt hatte; allein auf der Sternwarte hat man sie seit mehren Jahren gebraucht.

Digitized by Google

IX. *Ueber Diffraction des Lichts im leeren Raume;* *von Gustav Magnus.*

Seit Fresnel's bewunderungswürdigen Arbeiten, von denen Hr. Airy [1]), und wohl mit Recht, sagt, daſs seit Newton's Gravitationsgesetzen nichts von gleicher Bedeutung in den Naturwissenschaften geleistet sey, kann wohl kein Zweifel mehr obwalten, daſs die Verbreitung des Lichts eine undulatorische ist. Abgesehen von der Erklärung der Doppelbrechung und der geradlinigen Polarisation, so liefert die Circularpolarisation, namentlich die sogenannte conische Refraction, und die Erklärung welche Hr. Airy neuerlich von den Streifen gegeben hat, die bei theilweiser Interception des Sonnenspectrums entstehen, so schlagende Beweise für die Richtigkeit der Undulationstheorie, daſs dieselbe als wohlbegründete Thatsache angesehen werden muſs.

Dennoch ist nicht zu übersehen daſs die Existenz eines Aethers sich nur deshalb als nothwendig ergeben hat, weil man die undulatorische Fortpflanzung des Lichts ohne einen solchen nicht zu erklären vermag, daſs ferner die Annahme eines solchen Mediums das keine Schwere hat, wohl aber den Gesetzen der Trägheit folgt, den bisherigen Vorstellungen von Materie direct widerspricht, und daſs, wenn man auch zugeben kann daſs alle Körper von dem Aether durchdrungen werden, es doch schwer ist sich vorzustellen wie diese Durchdringung von der Art seyn könne, daſs die Bewegung der Himmelskörper durch diesen Aether entweder kein Hinderniſs erfahre oder wenigstens ein so geringes, daſs der Einfluſs desselben unmerklich ist.

Solche Schwierigkeiten in den Grundprincipien einer Theorie machen es wohl begreiflich, daſs die Anhänger der Emissionshypothese, trotz der ungeheuren Vorzüge der Undulationstheorie, sich nur langsam zur Annahme derselben

1) *Mathematical Tracts by Biddell* Airy, *p*, 346.

entschlossen haben, und daſs noch jetzt der Aether von Vielen nur mit Widerstreben angenommen wird.

So hat noch vor Kurzem Hr. Faraday [1]) die Ansicht ausgesprochen, daſs die Fortpflanzung des Lichts nicht durch einen Aether stattfinde, sondern in den von ihm sogenannten Kraftlinien und in einer gegenseitigen Einwirkung der ebenfalls von ihm angenommenen Atomen-Centra bestehe.

Hr. Airy hebt in Erwiederung dieser Ansicht hervor, daſs die Erscheinungen der Diffraction sich nur durch eine wellenförmige, von einem Punkte ausgehende Bewegung erklären lassen. Man könnte, sagt derselbe, da die Diffraction in der Luft stattfindet, diese als das vibrirende Medium annehmen. Indessen sucht er diese Annahme durch folgende Betrachtung zu widerlegen. So weit als wir die Verdünnung der Luft treiben können, bringe dieselbe immer noch eine Brechung hervor; die Brechung erfordere aber für ihre Erklärung unabweislich eine Veränderung in der Geschwindigkeit der Wellen, und zugleich eine Kraft, welche die Richtung genau entsprechend der Veränderung der Geschwindigkeit ändert. Diese Veränderungen seyen auf die einfachste und natürlichste Weise durch die Annahme von wirklichen Wellen erklärt. Deshalb, fährt Hr. Airy fort, betrachte er es als erwiesen, daſs die Fortpflanzung wirklicher Wellen bis zu der äuſsersten Gränze unserer Luft stattfinde. Jenseits dieser Gränze könne man keine Versuche machen, auch sey er geneigt zuzugeben, daſs wenn die Luft und der sie begleitende Aether (wenn beide überhaupt verschieden sind) an einer bestimmten Stelle aufhören, und man voraussetzt daſs transversale Erschütterungen strahlenförmig durch das Weltall zu dieser Stelle fortgepflanzt werden, und man ferner voraussetzt, daſs jede Erschütterung, wie sie sich darbietet, das Centrum einer Welle werde, daſs dann die Phänomene des Lichts erklärt wären. Aber es dränge sich uns dabei ein merkwürdiger

1) *Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXVIII, p.* 345.

2) Ebendaselbst, *p.* 532.

Digitized by Google

Umstand auf. An dieser Stelle müſste das Licht der Refraction unterworfen seyn, genau auf dieselbe Weise als wenn das ankommende Licht auch aus Wellen bestanden hätte. Nun sey es aber hinreichend festgestellt, daſs an der Gränze unserer Luft keine wahrnehmbare Refraction stattfinde, man müsse also annehmen, daſs jene radiale Fortpflanzung auſserhalb der Luft das Licht mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanze als es innerhalb derselben von wirklichen Wellen fortgepflanzt werde. Eine solche Gleichheit der Geschwindigkeit für zwei so verschiedene Arten der Fortpflanzung könne man aber unmöglich annehmen, vielmehr müsse dieselbe Theorie gelten, sowohl für die Fortpflanzung des Lichts durch den Weltraum, wie durch die Luft, in der die Versuche der Diffraction angestellt sind, und diese Theorie müſste die von wirklichen Wellen seyn.

Diese Art des Beweises, daſs die Diffractionserscheinungen nicht durch Schwingungen der Lufttheilchen selbst hervorgebracht werden, veranlaſst mich einen Versuch hier mitzutheilen, der für diese Art der Betrachtungen vielleicht nicht ohne Interesse ist, indem er zugleich Gelegenheit bietet noch andere Schwierigkeiten anzudeuten die entstehen, wenn man annimmt daſs das Licht sich verbreitet ohne daſs ein Aether vorhanden ist.

Schon früher hat Flaugergues [1]) Versuche über Diffraction im leeren Raume angestellt. Er kittete auf den Boden einer gläsernen Flasche, die plane und parallele Wände hatte, eine viereckige messingene Platte, und befestigte in den Hals derselben eine etwa 30 Zoll lange Röhre. Diesen Apparat setzte er der Sonne aus, und beobachtete den Schatten der Platte in verschiedenen Entfernungen. Darauf füllte er die Flasche und ihre Röhre mit Quecksilber, suchte alle Luft fortzuschaffen, und drehte alsdann den Apparat um, indem er das offene Ende der Röhre mit dem Finger verschloſs und unter Quecksilber brachte. Beobachtete er dann wiederum den Schatten von der in der Torricellischen Leere befindlichen Messingplatte, so zeigten sich

1) *Journal de phys. par Delamétherie*, 1812, *Tom. LXXV, p.* 16.

Digitized by Google

dieselben Erscheinungen als früher, wo die Flasche mit Luft gefüllt war.

Abgesehen davon, daſs bei diesem Versuche die Torricellische Leere wohl nicht ganz luftfrei gewesen seyn möchte, so schienen dieselben auch in so fern nicht genügend, als dabei die Interferenzerscheinungen gar nicht im luftleeren Raume, sondern in der hinter der angewandten Flasche befindlichen Luft stattfanden, und die Messungen des Schattens keineswegs genau genug waren, um zu entscheiden, ob die Fortpflanzung des Lichts durch die Flasche eine wellenförmige gewesen oder nicht.

Wir besitzen leider kein Mittel um einen vollkommen leeren Raum hervorzubringen; denn wiewohl die Torricelli'sche Leere luftleer ist, so enthält sie immer noch Dämpfe von Quecksilber. Wenn diese bei der Temperatur von etwa 15° C., bei welcher die folgenden Versuche angestellt wurden, auch nur sehr unbedeutend sind, so sind sie doch offenbar vorhanden, und man könnte deshalb wohl behaupten, daſs diese Dämpfe, statt der Luft, das Licht durch ihre Vibrationen fortpflanzen. Diesem Einwande könnte man nur durch Anwendung eines vollkommen leeren Raumes begegnen. In Ermanglung eines solchen muſste ich mich mit der Torricelli'schen Leere begnügen. Da es nothwendig war die Diffractionserscheinungen im leeren Raume selbst zu beobachten, da die dunkeln und hellen Streifen sich noch in demselben bilden und einige Breite erlangen sollten, so muſste dieser von ziemlicher Ausdehnung angewendet werden, was die Ausführung dieser Versuche erschwerte.

Eisen in Verbindung mit Glas für dieselben zu benutzen, war unthunlich, weil das Gefäſs einer hohen Temperatur ausgesetzt werden muſste, wobei das in Eisen luftdicht eingesetzte Glas leicht springt. Auſserdem sind bei dergleichen Verbindungen von Glas und Metall, Fugen unvermeidlich, und die Luft aus denselben fortzuschaffen kaum möglich. Es wurde deshalb ein Gefäſs aus Glas angewendet, in der Gestalt von *abc*, Fig. 10, Taf. II. Der zur

Digitized by Google

Hervorbringung der Streifen bestimmte Theil *b c* war 11 Zoll lang, und bei *b* und *c* fast 2 Zoll weit.

Wäre die Röhre *a b* mehr als 28 Zoll lang gewesen, so hätte sich dieser Apparat nicht ohne groſse Schwierigkeiten handhaben lassen, sie wurde deshalb nur von 12 Zoll Länge gewählt.

Da es jedenfalls sehr schwierig und fast unmöglich war das Quecksilber in diesem Apparat auszukochen, so wurde auf folgende Weise verfahren. Zunächst wurde etwas Salpetersäure in das Gefäſs gebracht, und während einiger Zeit in demselben im Kochen erhalten, darauf wurde diese ausgegossen, das Gefäſs wiederholt mit Wasser, sodann mit absolutem Alkohol und zuletzt mit frisch rectificirtem Aether ausgespühlt, danach mit einer Luftpumpe in Verbindung gebracht und durch wiederholtes Auspumpen und Einlassen der Luft vollständig getrocknet.

Hierauf wurde das Gefäſs sehr stark erhitzt, und mit Quecksilber, das gleichfalls bis zum Kochen erwärmt war, gefüllt. Da das Quecksilber während der Abkühlung sich zusammenzog, so wurde durch Nachfüllen von warmem Quecksilber die Röhre beständig voll erhalten, dann wurde dieselbe mit ihrem offenen Ende *a* (versteht sich ohne daſs Luft eindringen konnte) in ein kleines mit Quecksilber gefülltes Gefäſs gebracht, und mittelst desselben durch den Tubulus einer auf dem Teller der Luftpumpe befindlichen Glocke in ein gröſseres, zum Theil mit Quecksilber gefülltes Gefäſs, das unter dieser Glocke stand, eingeführt. Der zur Hervorbringung der Streifen bestimmte Theil blieb dabei auſserhalb der Glocke. Dann wurde der Tubulus mit einer in der Mitte getheilten hölzernen Platte bedeckt, und mit Kautschuck, welcher an dem Tubulus der Glocke und an der Röhre *a b* fest angebunden war, luftdicht verschlossen. Wenn nun die Luft unter der Glocke verdünnt wurde, so sank das Quecksilber in dem Apparat *a b c*. Lieſs man darauf die Luft wieder unter die Glocke treten, so füllte sich derselbe wiederum mit Quecksilber, und es zeigte sich, wenn die vorhin erwähnten Vorsichts-

Digitized by Google

maſsregeln bei der ersten Füllung angewendet waren, auch nicht ein Bläschen von Luft oder Dampf, ein Beweis daſs das Auskochen des Quecksilbers nicht unumgänglich nöthig ist [1]).

Um sicher zu seyn, daſs die Diffractionserscheinungen auch wirklich in dem leeren Raume statthaben, durfte das Diaphragma, durch welches sie sich bilden sollten, nicht auſserhalb desselben angebracht werden. Denn es wäre denkbar gewesen, daſs die Streifen in der vorderen Glaswand oder in der Luft zwischen dieser Wand und dem Diaphragma sich bildeten, und daſs die jenseit des leeren Raumes beobachteten Streifen nur die Schatten von jenen wären, und also erzeugt wären, ohne daſs eine Interferenz in dem leeren Raume selbst stattgefunden hätte. Es war deshalb nöthig dasselbe innerhalb des leeren Raumes anzubringen.

Aber auch dieſs genügte noch nicht. Die Betrachtung, aus welcher Fresnel die dunkeln und hellen Streifen bei der Diffraction herleitet, indem er sämmtliche Punkte von der bis zum Schirme oder Diaphragma gelangenden Welle als neue Wellencentra ansieht, bleibt unverändert gültig, wenn statt dieser die Punkte von irgend einer zwischen dem leuchtenden Punkte und dem Diaphragma befindlichen Welle als neue Wellencentra betrachtet werden. So lange daher der leuchtende Punkt auſserhalb des leeren Raumes lag, konnte man immer noch einwenden, daſs das Licht sich nur bis zur Gränze dieses Raumes undulatorisch fortpflanze, dann aber durch denselben hindurch gehe, ohne daſs ein Aether vorhanden sey; denn es müſsten, wenn es sich so verhielte, die dunkeln und hellen Streifen sich jenseits des leeren Raumes gleichfalls zeigen.

Es war deshalb nöthig den leuchtenden Punkt mit in den leeren Raum zu verlegen. Dieſs wurde auf die Weise erreicht, daſs zwei ganz schmale Diaphragmen in einer Entfernung von 4 Linien hinter einander angebracht wurden,

1) Ich glaube sogar, daſs diese Methode der Füllung dem üblichen Auskochen in vielen Fällen vorzuziehen seyn möchte.

Digitized by Google

das Erste bildete gleichsam eine leuchtende Linie, welche ihr Licht auf das Zweite sandte.

Um die Diaphragmen in den leeren Raum einführen zu können, waren sie beide an einem dünnen eisernen Stabe befestigt. Sobald der Apparat *a b c* mit heiſsem Quecksilber gefüllt war, wurde auch dieser Streifen mit den daran befindlichen Diaphragmen sehr stark erhitzt und dann durch die Röhre *a b* eingeführt. Dabei legte sich das Quecksilber in die ganz feinen Spalten, und es gelang alle Luft zu verdrängen.

Wurde der Versuch mit aller Vorsicht ausgeführt, so zeigten sich doch in dem leeren Raume, sowohl bei einfarbigem als auch bei weiſsem Lichte, die Streifen, und zwar mit derselben Schärfe und Intensität wie in dem mit Luft erfüllten Raume. Und was noch mehr ist, wenn man dieselben mittelst einer Loupe betrachtete, und diese dicht an dem Glase, wodurch der leere Raum begränzt war, hielt, so sah man die Streifen ganz deutlich in dem Brennpunkte derselben, der offenbar innerhalb des leeren Raumes lag.

Es geht hieraus hervor, daſs die Fortpflanzung des Lichts in der Luft nicht auf Schwingungen von Theilchen der Luft selbst beruhe, denn der Einwand, daſs die Quecksilberdämpfe die Stelle der schwingenden Lufttheilchen vertreten, möchte wohl schwerlich als haltbar betrachtet werden können.

Allein man thäte Unrecht, diesem Versuche eine gröſsere Bedeutung beizulegen als er in der That hat, und etwa aus dem Umstande, daſs die Streifen in dem noch innerhalb des leeren Raumes liegenden Brennpunkte der Loupe sich zeigen, zu folgern, daſs dort etwas Materielles vorhanden sey, durch dessen Schwingungen sie entständen. Es verhält sich mit diesen Streifen gerade eben so wie mit jedem andern Bilde das wir in dem Brennpunkte einer Loupe erblicken. Denkt man sich z. B., wie dieſs bei den Diffractionserscheinungen der Fall ist, zwei leuchtende Punkte, welche ihr Licht auf eine Loupe senden, und deren Entfernungen bis zu dem ihnen zugewandten Brennpunkte der Loupe gerade um eine halbe Undulation von einander verschieden sind,

Digitized by Google

so ist der Weg von diesem Brennpunkte bis zur Retina des hinter der Loupe befindlichen Auges für die von beiden leuchtenden Punkten kommenden Lichtbündel derselbe. Denn dieselben sind fast parallel, und durchwandern daher dieselbe Stelle der Loupe. Deshalb entsteht die Wirkung, welche der Gangunterschied in dem Brennpunkte der Loupe hervorbringt, auch eben so auf der Retina des Auges, und wir versetzen diese letztere Wirkung in jenen Brennpunkt.

Das Erscheinen der Streifen innerhalb des leeren Raumes würde daher immer noch mit einer Hypothese verträglich seyn, nach welcher die Fortpflanzung des Lichts durch den leeren Raum stattfindet, ohne daſs derselbe mit einem Aether erfüllt ist; indem man z. B. voraussetzt, daſs die Bewegungen der Theile des leuchtenden Körpers entsprechende Bewegungen der Theile des beleuchteten, ohne ein zwischen befindliches Medium hervorrufen. Allein in anderer Beziehung ist dieser Versuch wohl geeignet das Unhaltbare einer solchen Hypothese zu zeigen. Denn wollte man mittelst einer solchen die Fortpflanzung des Lichtes erklären, so würde man jedenfalls annehmen müssen, daſs eine Zeit für die Erregung der Bewegung in der Entfernung nothwendig sey, und daſs dieselbe verschieden sey nach der Entfernung des leuchtenden von dem beleuchteten Körper. Eine Annahme, welche den Gesetzen der allgemeinen Anziehung oder Gravitation keineswegs analog ist, von welcher La Place [1]) gezeigt hat, daſs sie keiner Zeit für ihre Fortpflanzung bedarf.

Machte man dennoch solche Annahme, so lieſsen sich wohl die Gesetze der Reflexion und Refraction aus derselben herleiten, und eben so die Erscheinungen des polarisirten Lichts und der Interferenz erklären, und die letzteren sogar, wie so eben gezeigt worden, selbst in dem Falle wo wir sie im leeren Raume erblicken. Anders verhält es sich aber mit der Ausbreitung des Lichts, welche bei der Diffraction stattfindet, wenn, wie es bei dem obigen Versuche der Fall war, sowohl der leuchtende Punkt als das

1) *Mécanique céleste, Livre X, Chap. VII, p.* 350.

Digitized by Google

Diaphragma sich in dem leeren Raume befinden. Diese Ausbreitung des Lichtes hinter dem Diaphragma erklärt Fresnel mit Hülfe des sogenannten Huyghens'schen Princips, nach welchem jeder Punkt der bis zum Schirm gelangenden Welle selbst wieder ein neues Wellencentrum bildet. Diese Erklärung ist aber nicht mehr möglich wenn kein Aether vorhanden ist. Man würde, um dennoch die Streifen zu erklären, genöthigt seyn anzunehmen, daſs die Wirkung, welche ein schwingendes Theilchen des leuchtenden Körpers auf ein Theilchen des beleuchteten ausübt, nicht allein auf dem kürzesten Wege, in gerader Linie, sondern auch auf jedem andern Wege hervorgebracht wird, so daſs wenn diese Wirkung durch das Dazwischenliegen eines undurchsichtigen Körpers gehindert wird, dieselbe um diesen Körper herum stattfindet; versteht sich mit einer um so geringeren Intensität, je schiefer die Richtung ist, in der sie ausgeübt wird, und nach einer um so gröſseren Zeit, je gröſser der Weg ist, durch den sie dorthin gelangt.

Es möchte in der That möglich seyn, mit diesen Annahmen den Aether für die Erklärung der Fortpflanzung des Lichts zu entbehren, da dieselben im wesentlichen mit dem übereinstimmen was der Aether zu versinnlichen bestimmt ist. Allein man sieht auch zu gleicher Zeit, daſs solche Annahmen jedenfalls viel gröſsere Schwierigkeiten in sich schlieſsen als die eines Aethers.

X. *Ueber die Theorie des Thaus. Schreiben an Hrn. Arago von Hrn. M. Melloni.*

(*Compt. rend., T. XXIV, p.* 531.)

Neapel, 17. März 1847.

Die in neuerer Zeit auf die Wells'sche Theorie gerichteten heftigen Angriffe haben mich veranlaſst, das Studium des Thaues vorzunehmen. Nach einer sehr langen Reihe

oft

oft unterbrochener und wieder aufgenommener Beobachtungen und Versuche glaube ich zu einer sehr netten Lösung aller der auf dieses interessante Phänomen sich beziehenden Fragen gelangt zu seyn. Die Abhandlung, in welcher sie entwickelt ist, habe ich kürzlich in drei aufeinanderfolgenden Sitzungen unserer Academie gelesen. Ich will Ihnen davon einen Auszug geben, mit der Bitte ihn dem Institut mitzutheilen. Sie werden sehen, daſs *es Etwas zu thun gab;* die Beobachter, welche das Wells'sche Princip mit solcher Erbitterung anfielen, waren von einem so blind feindseligen Geiste befaſst, daſs sie, weit entfernt das Mangelnde zu ergänzen, Alles niederreiſsen, Alles vernichten wollten, um, wer sollte es glauben, das alte Phantom vom Aufsteigen des Thaus wieder zu erwecken.

Nach den Versuchen von Wells hätte man, glaube ich, wohl mit voller Sicherheit annehmen können, daſs der Thau nicht von der Erde aufsteigt, auch nicht vom Himmel fällt, sondern daſs er entsteht aus dem elastischen, unsichtbaren Dampf, welcher in dem die Körper umgebenden Raum verbreitet ist; so haben wir alles begriffen, wenn wir, mit dem genannten Physiker, die Fällung des Wasserdampfs der Kälte zuschreiben, die aus der Wärmestrahlung der Körper gegen den heiteren Himmel entspringt. Nach dieser Ansicht bekleiden sich Laub, Holz, Glas, Firniſs, Kienruſs u. s. w. mit Thau, weil sie unter dem Himmel die Wärme leicht entweichen lassen, und sich dabei bedeutend erkälten; Metalle dagegen bleiben trocken, weil sie ihre Wärme nur schwierig gegen die oberen Schichten der Atmosphäre entsenden. Und wirklich beobachtet man eine groſse Verschiedenheit in den Angaben eines thermoskopischen Apparats, wenn er folgweise einem mit siedendem Wasser gefüllten Gefäſs von blankem Metall, und einem durchaus ähnlichen, dessen Wände aber gefirniſst oder beruſst sind, ausgesetzt wird. Im letzteren Fall ist die Wirkung weit kräftiger als im ersteren. Die Deduction ist richtig, aber man muſs bekennen, daſs sie in den Augen der Welt wohl nicht nothwendig, unvermeidlich er-

Digitized by Google

scheinen mag. In der That, Benedict Prevost und vor ihm Saussure schreiben dem Mangel von Thau auf den Metallen einer elektrischen Kraft zu; Leslie erklärt das Phänomen durch eine eigenthümliche Abstoſsung, welche die Metallflächen auf den Wasserdampf ausüben sollen; und die Anhänger der wieder heraufbeschwornen Hebungstheorie erklären sie durch Wärme und Elektricität, entwickelt vermöge chemischer Einwirkung der Metalle auf die Dampftheilchen im Moment ihres Uebergangs in den flüssigen Zustand.

Um zu zeigen, daſs alle diese Hypothesen unhaltbar sind, nehme ich zuvörderst drei Thermometer mit Theilung auf den Stielen; auf jeden Stiel schiebe ich einen Korkstöpsel, so daſs er 5 bis 6 Millimeter vom Behälter entfernt festsitzt. Dieser Kork dient als Stütze für die beiden Theile einer Metallhülle, mit welcher ich die zu den nächtlichen Beobachtungen bestimmten Thermometer umgebe. Der erste Theil besteht aus einem kleinen Gefäſs von sehr dünnem Silber oder Kupfer, ähnlich einem Fingerhut, mit glatter und polirter Oberfläche und von solcher Gröſse, daſs er den Behälter des Thermometers aufnehmen kann; der zweite besteht aus einem Cylinder von Weiſsblech, offen an dem einen, geschlossen an dem anderen Ende, und als Hülle für den graduirten Stiel dienend. Die beiden Metallstücke lassen sich mit gröſster Leichtigkeit abnehmen und aufsetzen, und bleiben wegen der Reibung und Elasticität des Korks leicht an ihrem Orte sitzen.

Nun denke man sich drei weite Büchsen (*récipients*) von Weiſsblech, jede mit einer Seitenöffnung, durch welche man, dicht am Boden, die armirten Behälter der drei Thermometer hineinstecken kann, so daſs die Stiele mit ihren Hüllen horizontal liegen und drauſsen bleiben. Denke man sich diese Büchsen getragen von dünnen Metallröhren, versehen mit Deckeln von demselben Material und mit ihrem Inhalt in einer windstillen und heiteren Nacht der freien Luft ausgesetzt, dabei annehmend, die eine der Metallhüllen sey beruſst, die beiden anderen im natürlichen Zustande,

Digitized by Google

und die Büchsen bald geöffnet, bald verschlossen: so hat man eine Idee von den Versuchen, deren ich mich zum Vergleich der nächtlichen Ausstrahlung des Silbers mit der des Kienruſses bedient habe.

Gesetzt zuvörderst, die Büchsen seyen verschlossen: dann zeigen unsere Thermometer eine gleiche Temperatur. Halten wir eine der mit metallischen Thermometern versehenen Büchsen verschlossen und öffnen die beiden anderen. Es bedarf sehr empfindlicher Instrumente und sehr genauer Vergleiche, um das äuſserst geringe Fallen desjenigen metallischen Thermometers zu beobachten und zu messen, welches man dem Himmel ausgesetzt hat; allein das geschwärzte Thermometer fällt zusehends, und nach einigen Minuten zeigt es 3 bis 4 Grad weniger als das Thermometer im verschlossenen Gefäſs: offenbarer Beweis, daſs dieser Unterschied von der Wärmestrahlung der geschwärzten Hülle gegen den Himmel herrührt, und keineswegs von der Berührung mit der äuſseren Luft, die bei dieser und bei der polirten Metallhülle des anderen entblöſsten Thermometers in gleichem Maaſse stattfindet.

Meine Abhandlung enthält das Detail von allen Vorsichtsmaſsregeln, die man treffen muſs, um die aus der Strahlung des Kienruſses und des Silbers entspringenden Kältegrade vergleichend zu erhalten. Die definitiven Resultate haben in auffallender Weise die neuerlich der Academie von den HH. Provostaye und Desains angekündigte Thatsache bestätigt, nämlich, daſs das Ausstrahlungsvermögen der Metalle weit geringer ist, als man es nach den Versuchen von Leslie, von Dulong und Petit bisher geglaubt hat [1]).

1) Die Strahlung des Kienruſses =100 gesetzt, würde die des gewalzten Silbers, nach meinen Versuchen, =3,026 seyn. Die HH. Provostaye und Desains finden für das chemisch auf Kupfer niedergeschlagene Silber =5,37, und, wenn dasselbe mit dem Polirstahl polirt worden, =2,10; nach ihnen ist das Strahlungsvermögen des eben aus dem Walzwerk gekommenen Silbers =2,94, und des gewalzten und brunirten Silbers =2,38.

Versuche i. Jahre 1838 hatten mich zu der Folgerung geführt, daſs

Digitized by Google

Aehnliche thermoskopische Apparate, deren Hüllen bekleidet waren mit Firniſs, Graphit, Hausenblase, Sägespänen, Sand, Erde und Pflanzenblättern gaben beständig eine sehr merkliche Temperatursenkung, bevor sie sich mit Thau be-

der Unterschied der strahlenden Kraft bei dem berühmten Versuch von Leslie mit einem Würfel, der auf der einen Seite glatt und polirt, auf der andern mehr oder weniger rauh gefurcht ist, nicht, wie man damals allgemein glaubte, von einer Veränderung im mechanischen Zustand beider Oberflächen herrührt, sondern von einer Veränderung in der Dichtigkeit, erzeugt bei der Operation, durch welche man die glatte Fläche in eine rauhe verwandelt. Dieser Satz schien mir damals durch folgende drei Thatsachen erwiesen: 1) der Einfluſs der Furchen auf die Abänderung des Strahlungsvermögens zeigt sich nur bei den Metallen; dagegen strahlen Marmor, Gagat und Elfenbein, gefurcht oder polirt, immer mit derselben Stärke aus; 2) geschmolzenes und in einer Sandform langsam erkaltetes Silber, mit Oel polirt und mit Kohle nachgeschliffen, dann mit dem Diamant gefurcht, so daſs der Grund der Furchen comprimirt und condensirt wird, nimmt an strahlender Kraft nicht zu, sondern ab, wenn es aus dem polirten Zustand in den rauhen übergeht; 3) dieselbe Art von geschmolzenem und polirtem Silber wird durch Aushämmern oder Auswalzen viel strahlender. (Ann., Bd. 53, S. 268.)

Aus den Versuchen der eben erwähnten geschickten Physiker ist nun leicht zu ersehen, daſs sie ganz analoge Resultate liefern, und folglich dasselbe beweisen. Denn da das chemisch auf Kupfer gefällte Silber viel weniger dicht ist als das gewalzte, und dieses wiederum weniger dicht als das brunirte Silber, so steht diese Eigenschaft, zufolge der vorhergehenden Zahlen, in umgekehrtem Verhältniſs der entsprechenden Ausstrahlungskräfte.

Der einzige Unterschied zwischen den beiden Beweisen des Princips besteht darin, daſs meine Messungen sich auf das stärkste Strahlungsvermögen, das des Silbers beziehen, während die der HH. Provostaye und Desains von dem Strahlungsvermögen des Silbers und anderer Metalle in Bezug auf das des Kienruſses gelten.

Diesem unbemerkten Unterschied oder sonst einer unrichtigen Angabe muſs man den historischen Fehler zuschreiben, der sich in der von diesen Herren der Academie übergebenen Note eingeschlichen hat. Nach ihnen würde das bisher angenommene Verhältniſs zwischen dem Strahlungsvermögen der Metalle und des Kienruſses nicht allein aus den Versuchen von Leslie hervorgehen, sondern aus denen von mir und von Dulong und Petit. Es ist wahr, Dulong und Petit haben Zahlen gefunden, die wenig von dem Verhältniſs abweichen, das Leslie den Strahlungsvermögen der Metalle und des Kienruſses beilegt; was aber mich betrifft, so habe ich mich keineswegs mit derartigen Versuchen beschäftigt. Die einzigen Fragen über die Wärmestrahlung, an ihrem

näſsten. Der Zwiſchenraum betrug zuweilen mehre Stunden; oft ſand auch eine Temperaturerniedrigung ſtatt, ohne daſs ſich zu irgend einer Zeit der Nacht Thau niederſchlug. Dieſs letztere geſchah deſto häufiger, je mehr die Thermometer in gröſserem Abſtand vom Boden angebracht waren. Dadurch, daſs man in einer gewiſſen Höhe operirte, konnte man die Ablagerung des Thaus auf die Körper nach Belieben unterdrücken oder verzögern, und ſomit vollſtändig darthun, daſs ſie der Kälte-Erzeugung immer folgt und *ihr niemals vorhergeht.* Was die polirten Metallhüllen meiner Thermometer betrifft, ſo habe ich ſie, ſelbſt in ſehr feuchten Nächten, wenn nur in der Atmoſphäre ſelber keine Spur von Nebel war, niemals mit condenſirtem Waſſerdampf bekleidet gefunden.

Der eigentliche Thau erfordert daher immer eine gewiſſe Erkaltung des Körpers, den er benäſſen ſoll, und die Metalle bethauen unter dem heiteren Himmel nicht, weil ſie ſich nur um eine ungemein geringe Gröſse erkalten. Könnte es nicht aber noch andere Kräfte geben, welche die Erkältung oder Anhäufung des Thaus auf die Metalle verhinderten? Mit andern Worten: iſt bei den Metallen die ſchwache Strahlung wirklich die einzige und wahrhafte Urſache, vermöge welcher dieſelben niemals bethauen?

Hier einen Verſuch, welcher mir die Aufgabe entſchieden zu löſen ſcheint, und zugleich den Irrthum der Hypotheſen vom Aufſteigen und Niederfallen des Thaus, ſo wie die Richtigkeit des Wells'ſchen Princips darthut.

Urſprung betrachtet, die mir durch den Verſuch etwas wenig aufgehellt zu ſeyn ſchienen, um einen Augenblick die Aufmerkſamkeit der Phyſiker zu feſſeln, waren: die eben erwähnte Wirkung der Rauheiten in der Oberfläche des heiſsen Körpers und die Wirkung der Farbe, beide negativ aufgelöſt; ferner der Einfluſs, den die Dicke der oberflächlichen Schicht, von der die inneren Strahlungen ausgehen, auf die Intenſität der Strahlung ausübt, ein Einfluſs, der mir hinreichend ſchien, um den ungeheuren Unterſchied zwiſchen dem Strahlungsvermögen der Metalle und dem anderer Körper zu erklären. Anlangend den Werth dieſer beiden Vermögen und das Zahlenverhältniſs derſelben, ſo kann ſich Jeder überzeugen, daſs davon niemals in meiner Abhandlung die Rede geweſen iſt.

Digitized by Google

Auf einer Scheibe von Weiſsblech aus einem einzigen Stück, so groſs und so dünn wie möglich, ziehe ich einen concentrischen Kreis, dessen Radius gleich ist einem Drittel des der Scheibe, und überziehe ihn mit einer dicken Firniſsschicht. Aus einer anderen Weiſsblechtafel schneide ich eine zweite Scheibe, 10 Millimeter kleiner als der befirniſste Kreis, und nachdem ich in ihrer Mitte, senkrecht auf ihrer Fläche, das Ende eines 2 Millimeter dicken und 2 bis 3 Decimeter langen Eisendrahts festgelöthet habe, bohre ich in die Mitte der groſsen Scheibe ein Loch, und stecke auf Seite der befirniſsten Fläche, den am Ende zugespitzten Eisendraht hinein. Er wird so weit hineingeschoben, daſs der Abstand der kleinen Scheibe von der groſsen etwa 5 Millimeter beträgt, und in dieser Stellung mittelst einiger Tropfen Schnellloth befestigt.

Die beiden somit zu einem System vereinigten Scheiben werden des Abends auf ein Feld gebracht, und daselbst in horizontaler Lage, auſser Berührung mit anderen Körpern, einige Augenblicke liegen gelassen. Ist die Nacht windstill und heiter, so sieht man auf der Fläche der gröſseren Scheibe leicht vorauszusagende Thauphänomene entstehen.

In der That braucht man sich nur zu erinnern, daſs in der Lage, welche wir für die beiden Scheiben voraussetzen, die kleinere sich oben befindet, und da sie im Radius 5 Millimeter kleiner ist als der befirniſste Kreis der unteren groſsen Scheibe, so folgt, daſs von diesem Kreise eine ringförmige Zone von 5 Millimeter Breite rund um die Verticalprojection des über ihr von der kleinen Scheibe gebildeten Dachs hervorragt. Nun ist klar, daſs diese Zone gegen den Himmel ausstrahlen, ihre Temperatur erniedrigen, sich mit Thau bekleiden, und allmälig die Kälte und den Thau sowohl nach der Mitte als nach dem Umfang hin fortpflanzen wird. In letzterer Richtung geht die Fortpflanzung viel weiter, denn die durch Mittheilung erkalteten Punkte erkalten sich durch Strahlung, sobald sie mit Thau bekleidet sind, während die unter der kleinen Scheibe befindlichen gefirniſsten Punkte sich kaum anders als durch Con-

Digitized by Google

tact erkalten können. Wirklich bleibt der centrale Theil des gefirniſsten Kreises immer trocken, und die metallene Zone, welche ihn umgiebt, bethaut bis zum Rande, wenn die Atmosphäre sehr feucht ist.

Was man aber nicht auf dem ersten Blick voraussagen würde, ist, daſs sich genau dieselben Erscheinungen auch auf der dem Boden zugewandten Seite der groſsen Scheibe einstellen. Auf dieser Seite zeigt sich der Thau zuerst an den Punkten, welche der kleinen ringförmigen gefirniſsten Zone der oberen Seite gegenüberliegen, und man gewahrt daselbst einen schwach weiſslichen Kreis, welcher, da er auf dem dunklen Felde des polirten Metalls auf einmal erscheint, an die Bildung der Daguerre'schen Bilder erinnert. Dieser Kreis wird darauf stärker und etwas ausgedehnter, und er geht bisweilen bis zu dem Rande, niemals aber zum centralen Theil, welcher immer seine Trockenheit und seinen Metallglanz behält, wie der entsprechende Theil der anderen Seite der Scheibe und das kleine kreisrunde Dach, welches ihn bedeckt, ohne ihn zu berühren.

Dieser so einfache, so wohlfeile und selbst von Denen, die niemals ein physikalisches Instrument handhabten, so leicht zu wiederholende Versuch ist gleichsam ein sprechender Inbegriff aller Discussionen über den Ursprung und die Natur des nächtlichen Phänomens, welches uns beschäftigt. Fällt der Thau vom Himmel? — Nein, weil die obere Schicht immer trocken bleibt, und der gröſsere Theil der unteren Scheibe bethaut. Steigt er vom Boden auf? Eben so wenig, — denn wenn auch der mittlere Theil der dem Boden zugekehrten Seite der groſsen Scheibe bethaut ist, giebt es nahe am Centrum immer einen trocknen und glänzenden Raum. Wirken die Metalle abstoſsend auf den Wasserdampf, welcher den Thau constituirt, oder verursachen sie eine Verdampfung desselben, in dem Maaſse als er sich auf ihre Oberfläche niederschlägt? — Weder das eine noch das andere, weil wir einige Theile des Metalls stark bethaut, und andere vollkommen trocken sehen.

Das erste Erscheinen des Thaus auf der gefirniſsten Zone

und seine allmälige Fortpflanzung zu den benachbarten und gegenüberliegenden Theilen der groſsen Scheibe, verbunden mit der Temperatursenkung, welche sich auf den gefirniſsten Hüllen der der freien Luft ausgesetzten Thermometer einstellt, beweist endlich, daſs der Thau eine reine Folge der nächtlichen Ausstrahlung ist, und daſs letztere den Körpern von groſsem Ausstrahlungsvermögen den Kältegrad ertheilt, der zur Verdichtung des in der Atmosphäre enthaltenen unsichtbaren Wasserdampfs nothwendig ist.

Alle Thatsachen also stehen im vollen Einklang mit der in den Lehrbüchern der Physik und Meteorologie vorgetragenen Thautheorie. In einem zweiten Briefe werde ich Thatsachen auseinandersetzen, die nicht durch diese Theorie zu erklären sind, die sich aber dennoch durch Betrachtungen, welche ich mich beehren werde dem Urtheile der Academie vorzulegen, sehr glücklich auf das Wells'sche Princip zurückführen lassen.

XI. *Ueber die Theorie des Thaus. Zweiter Brief an Hrn. Arago von Hrn. Melloni.*

(*Compt. rend.*, *T. XXIV*, *p.* 641.)

Neapel, 18. März 1847.

In diesem zweiten Briefe will ich den am Schlusse meines ersten angekündigten Satz entwickeln, nämlich, daſs das Wells'sche Princip über den Ursprung des Thaus als auſser allem Zweifel betrachtet werden kann, und es dennoch unmöglich ist, alle bei heiterer und windstiller Nacht auftretenden thermometrischen und hygrometrischen Erscheinungen zu erklären, so lange man nicht wenigstens einen neuen Umstand in Betracht zieht, der trotz seiner ausnehmenden Wichtigkeit für die nächtliche Erkaltung der Körper, bisher gänzlich vernachlässigt worden ist. Zuvor erlauben Sie mir jedoch einige Bemerkungen über zwei Rei-

Digitized by Google

ben von Versuchen, welche die Anhänger des Aufsteigens des Thaus vorgebracht haben mit der Behauptung, daſs sie allein hinreichend seyen, jede auf die Wärmestrahlung begründete Theorie dieses Meteores umzustoſsen.

Man hat eine gewisse Zahl an Gröſse und Empfindlichkeit möglichst gleicher Thermometer genommen, einige derselben beruſst, gefirniſst, betuscht, andere vergoldet, versilbert, verzinnt, verkupfert oder mit Pflanzenblättern bekleidet. Die so zubereiteten Instrumente, auf freiem Felde einer heiteren und windstillen Nacht ausgesetzt, zeigten anfangs etwas verschiedene Temperaturen, die aber nach einiger Zeit alle fast vollkommen übereinstimmten. Der Versuch wurde auf andere Weise abgeändert. Auf dem Ende von Glascylindern, die in den Boden gesteckt waren, befestigte man Platten von Zink, Kupfer, Glas. Jede Platte hatte in der Mitte eine Vertiefung, in welcher der Behälter eines Thermometers tauchte, dessen Röhre, gehalten von einem Eisendraht, senkrecht von der oberen Fläche emporstieg. Ein frei zwischen den Platten aufgehängtes Thermometer diente zur Messung der Lufttemperatur. Hier, wie zuvor, zeigten die beim Eintritt der Nacht zum Versuch genommenen Apparate Wärmeunterschiede, welche später verschwanden, so daſs bei erster Dämmerung des folgenden Tages alle Thermometer auf nahe gleicher Höhe gefunden wurden.

Diese Thatsachen schienen den Gegnern des Wells'schen Princips vollkommen entscheidend, und sie behaupteten: »die angeblich zur Thaubildung unumgängliche nächtliche Erkaltung der Körper sey eine reine Chimäre!« Was mich betrifft, so muſs ich sagen, daſs wenn man darin etwas Eingebildetes und Phantastisches sehen will, man es in dem Raisonnement suchen muſs, welches zu solchen Deductionen führte; denn die Versuche dieser Herren wurden nahe am Boden und in einer feuchten Luft angestellt; alle Röhren der Thermometer waren unbekleidet, und beim letzten Versuch standen die Behälter derselben mittelst der Platten in Gemeinschaft mit den Cylindern, die als Stützen für

Digitized by Google

die Apparate dienten. Nun strahlte das Glas dieser Röhren und Cylinder bedeutend aus, seine Temperatur sank und die erlangte Kälte theilte sich den es berührenden Körpern mit; diese, in einer sehr feuchten Luft befindlich, fällten dann Wasserdampf, denn wir wissen, daſs Wasser eben so stark ausstrahlt und sich erkaltet als Glas, Firniſs und Kienruſs. Es liegt also nichts Erstaunliches darin, daſs die mit den Metallplatten in Berührung stehenden Thermometer nach einiger Zeit dieselbe Temperatur zeigten als die Thermometer, welche von höchst ausstrahlenden Substanzen umgeben waren. Daraus, daſs die Metallflächen, welche man bethaut fand, eben so kalt waren wie die Glas- und Kienruſsflächen, folgte wohl, daſs Wasser, Glas und Kienruſs Körper von nahe gleichem Ausstrahlungsvermögen sind, aber man konnte nicht logisch aus diesem Versuche schlieſsen, daſs die Metalle sich in heiteren und windstillen Nächten eben so stark erkalten als Kienruſs und Glas.

Um den wahren Sachverhalt zu erkennen, muſs man das Glas verbannen und als Stützen dünne Blechröhren anwenden, da diese fast gar nicht ausstrahlen, und die Thermometer hinreichend von der Wärme des Bodens isolirt halten; überdieſs muſs man alle Theile der Thermometer mit Metallplatten umhüllen. Alsdann geben die Thermometer, wenn die Platten polirt sind, sehr nahe die Temperatur der Luft; und wenn die Hülle mit Firniſs, Ruſs, Laub oder sonst einer Substanz bekleidet ist, erhält man durch einen einfachen Vergleich mit dem polirten Thermometer den von der Ausstrahlung dieser Substanz erzeugten Kältegrad.

Mittelst so vorgerichteter Instrumente habe ich mich überzeugt, daſs Laub, Glas, Firniſs, Kienruſs sich in heiteren und windstillen Nächten immer um einen bis zwei Grad unterhalb der umgebenden Luft erkalten.

Bei der Schwäche dieser Erkaltungen könnte man geneigt seyn, die von W i l s o n und W e l l s angegebenen Temperatursenkungen von 7 bis 8 Grad für übertrieben zu halten. Wenn man aber bedenkt, daſs die von den bei-

Digitized by Google

den englischen Physiker beobachteten Unterschiede ein für die Frage fremdes Element enthielten, daſs die zur Messung der umgebenden Temperatur bestimmten Thermometer sich in einer Höhe von $1^{m},3$ bis $1^{m},6$ befanden, während die von der strahlenden Substanz eingehüllten Instrumente nahe am Boden befindlich waren, so ist es leicht zu begreifen, woher die groſse Abweichung ihrer Resultate von den meinigen entsprang.

In der That haben die Versuche von Pictet vor länger als vierzig Jahren bewiesen, daſs in heiteren und windstillen Nächten die Temperatur rasch abnimmt, so wie man sich dem Boden nähert. Bloſs vermöge dieser Abnahme muſs also die nahe am Boden befindliche strahlende Substanz eine niedrigere Temperatur haben als die Luft in $1^{m},3$ und $1^{m},6$ Höhe, welche das Thermometer umgiebt, so daſs also bei dieser Anordnung der Unterschied beider Instrumente keineswegs das gesuchte Resultat, die Erkaltung der Körper unterhalb des umgebenden Mittels, angiebt.

Es giebt indeſs unter den Versuchen von Wells einen, wo ein in Wolle eingehülltes Thermometer, obwohl in gleicher Höhe mit einem freien Thermometer, eine Temperatursenkung von $6^{0},3$ gab. Hier hatte sich die Wolle zwei bis drei Mal stärker erkaltet als der Kienruſs bei meinen Versuchen; während ich doch weiſs, daſs das Ausstrahlungsvermögen der Wolle nicht gröſser ist als das des Kienruſses.

Um die Ursache dieser von Wells beobachteten ungewöhnlichen Kälte zu ermitteln, muſste man zuvörderst die Thatsache auſser allen Zweifel setzen. Deshalb bekleidete ich die Hülle einer meiner Thermometer locker mit Wolle und setzte es in's Freie neben zwei gleich groſsen Thermometern, von deren Hüllen die eine beruſst war und die andere ihren Metallglanz behalten hatte. Innerhalb einiger Minuten fiel das erstere Instrument zwei bis drei Mal mehr als das beruſste. Ein viertes Thermometer, umhüllt von einer gleichen Menge Wolle, die aber durch umgewickelte Baumwollenfäden verdichtet und gegen die Me-

Digitized by Google

tallhülle gepreſst war, gab eine intermediäre Erkaltung zwischen den beiden vorhergehenden. Endlich bekleidete ich ein fünftes Thermometer mit einem doppelten Ueberzug von feinem Flanell, und ich sahe es noch weniger sinken als das vierte. Ich wiederholte die Versuche, Baumwolle statt der Wolle nehmend, und erhielt ganz analoge Resultate. Nun begriff ich, daſs die Ueberlegenheit der Baumwolle und der Wolle über den Kienruſs bei den Phänomenen der nächtlichen Strahlung daraus entsprang, daſs durch die Gegenwart der Luft in den Zwischenräumen dieser Körper das Ausstrahlungsvermögen derselben eine groſse Abänderung erleidet.

Allein, wie kann die Luft die aus der Strahlung entspringende Kälte vergröſsern?

Die Antwort ist einfach und klar. Wir wissen seit vielen Jahren, daſs die nächtliche Erkaltung der Körper nicht mit der Temperatur der Atmosphäre variirt. So haben die Kapitäne Parry und Scoresby gefunden, daſs in den Polarregionen bei heiteren und windstillen Nächten der Schnee sich ungefähr um 9° unterhalb der in einer Höhe von 1^m,3 und 1^m,6 befindlichen Luftschicht erkaltet, die Temperatur der Atmosphäre mag —25° bis —30° C. oder nahe bei Null seyn. Meinerseits habe ich mich versichert, daſs beruſste und befirniſste Thermometer um eine constante Gröſse sinken, wie auch die Temperatur der Nacht beschaffen sey. Nun begreift man, daſs Büschel von Baumwolle oder Wolle, die oben auf den Behältern der Thermometer ausgebreitet und der Wirkung einer heiteren Luft ausgesetzt sind, die Kälte, welche sie durch Strahlung erlangt haben, der umgebenden Luft mittheilen, und daſs diese, schwerer geworden, in das Innere herabsinkt und zu Boden fällt; allein diese verdichtete Luft bedarf immer einer gewissen Zeit, um sich von den Hindernissen loszureiſsen, die ihr inmitten der Fäden entgegengestellt sind. Diese Fäden kommen also in eine kältere Luft als in welcher sie zu Anfange des Versuches waren, und da ihre Temperatursenkung unterhalb des umgebenden Mittels sich unverändert

erhalten muſs, so werden sie sich nothwendig stärker erkalten. Diese Kältezunahme wird in dem Mittel eine neue Temperatursenkung hervorrufen, die Senkung der Temperatur des Mittels eine neue Erkaltung des strahlenden Körpers und so fort, bis die verdichtete Luft durch das erlangte Gewicht von den Fesseln befreit wird, welche sich ihrem Austritt aus der Hülle widersetzen.

Was in den Wollen- und Baumwollenbüscheln, die künstlich um die Thermometer angehäuft sind, vorgeht, muſs sich natürlich in mehren Fällen wiederholen. In der That sind die Pflanzen mit haarigen Blättern kälter als die mit glatten. Kräuter und andere niedrige Pflanzen, welche Felder bedecken, sinken, vermöge dieser erkaltenden Wirkung der Luft, in ihrer Temperatur weit unter die der höheren Körper, wegen der Nähe des Bodens, der das umgebende Mittel trägt, und sie zwingt in Gegenwart der strahlenden Flächen zu bleiben. In Wirklichkeit bleibt die Luft, worin das Kraut der Wiese getaucht ist, nicht ruhig; sie wirbelt vielmehr in ganz ähnlicher Weise wie das Wasser in einem über Feuer gestellten Gefäſs; die an den Spitzen der Kräuter durch die Kälte verdichteten Lufttheilchen sinken in das Innere der Wiese, erwärmen sich durch Berührung mit dem Boden, steigen wieder zu den oberen Theilen der Kräuter empor und so fort; allein es ist klar, daſs sie, ungeachtet dieses Kreislaufes, zuletzt erkaltet werden, und daſs das Kraut, um sich constant um dieselbe Gröſse kälter zu erhalten als sie, sich immer mehr und mehr erkalten muſs. Dieſs wird in der Luftschicht eine allmälige Erkaltung und eine wachsende Feuchtigkeit hervorrufen.

Ich kann hier nicht in die nöthigen Einzelheiten eingehen, um zu zeigen, wie der Satz von der erkältenden Reaction der Luft dazu dient, alle dem Erscheinen des Thaus auf den Wiesen vorangehenden und dasselbe begleitenden Thatsachen, so wie eine Menge bisher nicht begreiflicher Phänomene zu erklären. Allein Ihr Scharfſinn wird leicht mein Schweigen ergänzen, und ich brauche zum Schluſs nur noch die hauptsächlichsten Aufgaben aufzuzählen, die in

Digitized by Google

meiner, bald der Academie zu übersendenden Abhandlung behandelt sind.

Abgerechnet die Schwierigkeiten, welche ich glaube in diesen beiden Briefen gehörig beseitigt zu haben, machen meine neuen Versuche über die nächtliche Erkaltung und den Thau mir vollkommen begreiflich: 1) die Temperaturvertheilung im Kraute, welches man bei Nacht im Innern kälter findet als die Oberfläche der Wiese; 2) die Umkehrung der gewöhnlichen Temperaturen nahe an der Erdoberfläche; 3) die groſse Feuchtigkeit der Luft in der Umgebung der Pflanzen, von den ersten Augenblicken an, da sie zu bethauen anfangen; 4) die Schädlichkeit des leisesten Windes; 5) die Bildung und Anhäufung des Thaus während der ganzen Nacht; 6) die Fortpflanzung desselben von unten nach oben; 7) die Schwäche des Thaus auf Bäumen im Vergleich zu dem auf Kräutern und niedrigen Pflanzen der Wiesen; 8) das manchmalige Verschwinden der Thautropfen an den unteren Theilen der Pflanzen, während ihrer Bildung an den oberen; 9) die veränderliche Menge des Thaus in verschiedenen Jahreszeiten; 10) die allgemeine Vertheilung desselben auf der Fläche der Erdkugel; 11) den groſsen Unterschied der Temperatur bei Tage und bei Nacht in der heiſsen Zone; 12) die Abwesenheit des Thaus auf den kleinen Inseln Polynesiens und auf den Schiffen mitten in groſsen Meeren; 13) die reichliche Bildung desselben auf Schiffen, wenn sie sich gewissen Kontinentalküsten nähern; 14) die empfindliche Kälte bei Nacht in den Sandwüsten des inneren Afrikas; 15) das natürliche und künstliche Gefrieren wenig tiefer Wässer bei atmosphärischen Temperaturen von 5° bis 6° über Null, mit Rücksicht auf die unwiderlegliche Thatsache, daſs das Wasser sich durch seine eigene Ausstrahlung kaum um 1°,5 erkaltet.

Endlich muſs ich hinzufügen, daſs die Rolle, welche die stagnirende Luft bei den Phänomenen der nächtlichen Strahlung spielt, mir gewisse experimentelle Data, auf welche man sich bei Berechnung der Temperatur des Himmelsraums stützt, abändern zu müssen scheint.

Digitized by Google

XII. *Zur Geschichte des Palladiums;* *von* N. W. Fischer.

Bis zum Jahre 1827 waren unsere Kenntnisse von den chemischen Verbindungen dieses Metalls sehr dürftig. Man kannte nur ein Oxyd und eine Chlorverbindung, welche mit den Chlormetallen der drei Alkalien Doppelsalze bildet, und von den Sauerstoffsalzen nur das salpetersaure, vermittelst dessen durch Einwirkung der Schwefelsäure das schwefelsaure, und durch Vermischen mit phosphorsauren, weinsauren, citronensauren und oxalsauren Salzen die Palladiumsalze dieser Säuren, als gelbes Pulver dargestellt werden, — wie dieses aus Berzelius Lehrbuch, 3. Aufl., welches den damaligen Standpunkt der Wissenschaft darstellt, am sichersten hervorgeht. Durch meinen in diesem Jahre (1827) erschienenen Aufsatz „Zur Geschichte des Palladiums" (Schweiggers Jahrbuch Bd. 51) sind unsere Kenntnisse von diesem Metall auch nur in folgenden wenigen Punkten erweitert worden: daſs nämlich die blaue oder blaugrüne Farbe, welche Ammoniak zu der Palladiumauflösung im Ueberschuſs zugesetzt, zeigt, von einem Kupfergehalt des Metalls herrührt, daſs die neutrale salpetersaure Auflösung nach einiger Zeit fast alles Oxyd abscheidet, so daſs die darüber stehende fast kaum gefärbte Flüssigkeit nur Spuren von dem Metall enthält, daſs die Alkalien aus der Auflösung einen braunen, im Ueberschuſs sich mit brauner Farbe auflösenden Niederschlag, und daſs Ammoniak mit dem Chlorür auſser dem bekannten von Vauquelin zuerst dargestellten rothen auch noch einen gelben Niederschlag bildet. Endlich hatte ich später (1829) noch beobachtet, daſs das Palladium sowohl aus dem Chlorür als aus der salpetersauren Auflösung durch Stickgas und zwar nicht nur durch den freien, sondern durch den in der atmosphärischen Luft

Digitized by Google

enthaltenen reducirt werde (Dies. Annalen Bd. 17). Seit dieser Zeit sind unsere Kenntnisse über das Metall sehr erweitert worden, so daſs man gegenwärtig drei Oxyde — ein Suboxyd, ein Oxydul (das frühere Oxyd) und ein Oxyd; und eben so drei Chlorverbindungen, ein Subchlorür, ein Chlorür und ein Chlorid annimmt, so wie Verbindungen dieses Chlorürs und Chlorids mit den Chlormetallen der Alkalien etc. Eben so sind die beiden Niederschläge, welche Ammoniak mit der Auflösung des Chlorürs hervorbringt, der rothe und der gelbe als isomer erkannt worden etc., wie dieses am vollständigsten wieder in der 5. Auflage von Berzelius Lehrbuch angegeben wird.

Die folgenden Bemerkungen sollen dazu beitragen manche Angaben zu berichtigen, besonders in Beziehung des Verhaltens dieses Metalls zu den Säuren und Alkalien, welches ganz abweichend von den übrigen Metallen ist, und worüber die Angaben so widersprechend sind.

I. Verhalten zu den Säuren.

1. Zur Salpetersäure.

Wie längst bekannt wird dieses Metall ganz abweichend von allen andern, welche sich auf Kosten der Salpetersäure oxydiren, bei gewöhnlicher Temperatur ohne alle Luftentwickelung aufgelöst, d. h. die Salpetersäure wird nur zu salpetriger Säure desoxydirt. Zugleich geht die Auflösung sehr langsam von statten, während beim Erhitzen der Säure Stickoxydgas entwickelt und schnell eine gesättigte Auflösung gebildet wird. Der Grund davon dürfte wahrscheinlich folgender sein: ohne Mitwirkung der Wärme wird *unmittelbar* salpetrigsaures Palladiumoxydul gebildet, welches durch die Gegenwart der Salpetersäure in salpetersaures verwandelt wird unter Abscheidung der salpetrigen Säure, diese nimmt demnach immer mehr zu, und wirkt hemmend auf die fernere Auflösung ein. Wenn daher der Versuch in verschlossenen Gefäſsen vorgenommen wird, so nimmt die Auflösung

Digitized by Google

sung des Metalls nur sehr langsam zu und hört nach einiger Zeit ganz auf — wie man dieses aus der Färbung der Säure sehr leicht wahrnehmen kann — in offenen Gefäſsen hingegen geht die Auflösung weit rascher von statten, so daſs unter gleichen Umständen eine gesättigtere Auflösung gebildet wird. Im ersten Falle hat die Auflösung eine lichte, im zweiten Falle eine dunkle braune Farbe, wie auch die Reagentien in jener Auflösung eine weit geringere Menge Palladiumoxyd als in der letzteren anzeigen. Bei erhöhter Temperatur nimmt natürlich die Auflösung des Metalls weit rascher zu, so daſs schnell eine gesättigte erhalten wird.

Im Exsiccator über Aetzkalk bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet, erhält man das Salz, gleichviel ob aus der kalten oder warmen Auflösung, theils als feine rhombische Prismen von braungelber Farbe, theils als braunrothe Salzmasse, wie es Kane angegeben hat. In beiden Zuständen zerflieſst es an der Luft und löst sich vollkommen im Wasser auf. Die Auflösung ist braun, mit viel Wasser verdünnt, gelb.

Wenn Kane angiebt, daſs die Auflösung in einer geringen Menge Wasser beim Verdünnen zersetzt wird und sich ein basisches Salz abscheidet, so ist es allerdings richtig, indem durch dieses Verdünnen die Zersetzung beschleunigt wird, welche aber auch bei der gesättigten Auflösung stattfindet. Das Salz bildet nehmlich unmittelbar eine klare braune Auflösung, welche bald eine dunklere Farbe annimmt, trübe wird, und nach längerer Zeit fast alles Palladium als basisches Salz abscheidet, während die darüber stehende Flüssigkeit nur Spuren vom Metall enthält. Was aber hier erst nach langer Zeit erfolgt, wird durch das Verdünnen mit Wasser sehr beschleunigt. Wie ich dies a. a. O. S. 196 angegeben habe.

Wird hingegen die salpetersaure Auflösung bei einer höheren Temperatur zur Trockniſs verdampft, so nimmt nach dem Grade der Temperatur die Auflöslichkeit im Wasser immer mehr ab, so daſs schon von dem bei 25—30°

Digitized by Google

gebildeten Rückstand ein Theil ungelöst bleibt, und von dem bei 100—120° getrockneten nur eine geringe Menge aufgelöst wird, d. h. also daſs beim Verdunsten unter Mitwirkung der Wärme Salpetersäure sich verflüchtigt und der trockene Rückstand nach der angewandten Wärme entweder zum Theil oder ganz in basisches Salz, oder wie es bei der Temperatur von 120—130° der Fall ist, in basisches Salz, in Oxydul und dreifach basisches, nach Kane, oder endlich bloſs in Oxydul verwandelt wird. Daher es auch bei 100—120° getrocknet, ganz trocken bleibt, weil nur das neutrale Salz Feuchtigkeit anzieht. Auch sieht der Rückstand nicht mehr braun, sondern mehr grau aus, und wenn er nur Oxydul enthält, grau krystallinisch und metallisch glänzend, und löst sich leicht von dem Gefäſse ab. Diese Neigung, in basisches Salz überzugehen und folglich Salpetersäure fahren zu lassen, ist auch der Grund, daſs die wässerige Lösung des neutralen Salzes, wie angegeben, nach einiger Zeit sich trübt und basisches Salz abscheidet. Was selbst bei der nicht verdampften gesättigten Auflösung des Metalls in Salpetersäure, also bei freier Säure, vorausgesetzt, daſs sie nicht zu viel betrage, wenn auch nicht in dem Grade erfolgt. Was in der wässerigen Auflösung erst nach längerer Zeit erfolgt, wird schnell bewirkt, wenn man der Auflösung Salze, wie Kochsalz, Salpeter u. s. w., ja selbst Salpetersäure zusetzt: das basische Salz schlägt sich schnell nieder, und die darüber stehende saure Flüssigkeit enthält nur eine geringe Menge Palladium aufgelöst. Der Grund davon ist, daſs das basische Palladiumsalz die Eigenschaft hat, sehr lange im Wasser suspendirt zu bleiben; indem nun diese Salze oder die Salpetersäure sich mit dem Wasser verbinden, wird die Abscheidung desselben beschleunigt. Bleibt jedoch die Flüssigkeit bei Anwendung der Salpetersäure längere Zeit über dem gebildeten Niederschlag stehen, so löst sie ihn freilich wieder auf. Aus diesem basischen Salz zieht das Wasser, damit digerirt, alle Säure aus, so daſs nach vollkommenem Ausſüſsen nur

Digitized by Google

ein dunkelbraunes Pulver zurückbleibt, das Hydrat des Oxyduls.

2. Zur Schwefelsäure.

Das cohärente, geschmiedete Metall wird von dieser Säure kaum angegriffen, hingegen das schwammige, welches aus mehreren Salzen beim Erhitzen erhalten wird, und auch das durch die Feile in Pulver dargestellte, löst sich beim Erhitzen unter Entwickelung von schwefliger Säure mit rothbrauner Farbe auf, indem sich zugleich bei fortgesetztem Erhitzen auf dem noch ungelösten Metall das Salz als braunes Pulver absetzt. Die Auflösung, die viel freie Säure enthält, läſst sich mit Wasser verdünnen, ohne eine Trübung zu erleiden. Eben so ist das Salz leicht im Wasser auflöslich; beide Auflösungen sind gelb. Da die überschüssige Schwefelsäure erst bei dem Siedpunkt derselben verflüchtigt werden kann, bei dieser hohen Temperatur aber das neutrale Salz selbst zersetzt wird, so kann es auf diese Art nicht gut dargestellt werden, sondern entweder durch das Auflösen des Oxydulhydrats in der Schwefelsäure, oder, was dasselbe ist, wenn die Schwefelsäure zugleich mit Salpetersäure auf das Metall einwirkt, wie es Kane bereitet hat. Hier sollte nur gezeigt werden, daſs die Schwefelsäure auch für sich das Metall aufzulösen vermag.

Daſs auch dieses Salz die Neigung hat in basisches überzugehen, geht schon aus Kane's Versuchen hervor, nach welchen die Auflösung des neutralen Salzes durch viel Wasser ein basisches Salz abscheidet, was bei der gesättigten Auflösung mit freier Säure aus dem Grunde nicht auch der Fall ist, weil die Schwefelsäure nicht abdunstet.

3. Zur Salzsäure.

Unter Zutritt der atmosphärischen Luft greift diese Säure das geschmiedete cohärente Metall nur sehr unbedeutend an, das schwammige hingegen, oder das Feilpulver löst sie vollständig, obgleich langsam unter Mitwirkung der Wärme auf. Soll die Auflösung rasch und auch mit dem geschmie-

Digitized by Google

deten bereitet werden, so wird zu der Säure so lange Chlorgas geleitet, bis alles Metall aufgelöst wird. (Chlorwasser selbst, welches so leicht Gold auflöst, wirkt unbedeutend auf dieses Metall ein.)

Wird an der Stelle des Chlors Salpetersäure zu der Salzsäure gesetzt, so kann zwar ebenfalls schnell eine gesättigte Auflösung erhalten werden, aber das beim Verdampfen, selbst bei 100°, erhaltene Salz, Chlorür, ist nicht rein, sondern enthält noch mehr oder weniger salpetersaures Salz [1]), wie aus dem Folgenden hervorgehen wird.

Die gebildete Auflösung im Exsiccator über Aetzkalk getrocknet, stellt das Chlorür in prismatischen Krystallen, oder als krystallinische Masse von rothbrauner Farbe dar, welche aus der ohne Salpetersäure gebildeten Auflösung erhalten, *vollkommen trocken* bleibt. Das Salz hingegen, welches aus der mit Hülfe der Salpetersäure gebildeten Auflösung erhalten wird, zerflieſst an der Luft, Das letztere findet auch statt, wenn die Auflösung bei einer Temperatur von 30° und auch bei der über 100° getrocknet worden ist, nur daſs im letztern Falle das Salz nicht mehr zerflieſst, sondern nur feucht wird. Der Unterschied in dem Verhalten des Chlorürs zur Feuchtigkeit der Luft, je nachdem die Auflösung des Metalls mit oder ohne Salpetersäure bereitet worden ist, hängt also nur von der Gegenwart oder Abwesenheit des salpetersauren Salzes ab, was auch in andern Beziehungen sich zeigen wird.

Im übrigen verhält sich dieses Salz bei Einwirkung der Wärme wie das salpetersaure, d. h. nach dem Grade der Hitze wird es zersetzt, entwickelt Salzsäure oder, wenn es wasserfrei ist, Chlor, und geht mehr oder weniger in basisches Salz, oder im letztern Fall, in Subchlorür über.

1) Daſs die Salpetersäure vollkommen entfernt werden kann, versteht sich von selbst, sobald nur während des Verdampfens immer von neuem Salzsäure zugesetzt wird, so lange noch Chlor sich entwickelt, aber bei dieser Art der Darstellung, wo eben nur die mit Salpetersäure bewirkte Auflösung zur Trockne verdampft wird, da geht nicht alle Salpetersäure davon.

Digitized by Google

Eben so zeigt die wässerige Auflösung des (neutralen) Chlorürs ein ähnliches Verhalten, wie die des salpetersauren Salzes, so daſs die klar durch das Filtrum gehende concentrirte Auflösung nach einiger Zeit sich trübt und basisches Salz absetzt, und das trockene Chlorür selbst, bei welcher niedrigen Temperatur es auch erhalten worden ist, sich nicht vollständig auflöst. Daher auch, wie Kane angiebt, beim jedesmaligen Verdampfen und Wiederauflösen ein Theil ungelöst bleibt. Auch die Auflösung dieses Salzes ist ebenfalls gesättigt braun, sehr verdünnt, gelb.

Die anderen Säuren sind ohne Mitwirkung auf das Metall, nur die concentrite Phosphorsäure greift das gepulverte beim Erhitzen in so fern an, daſs sie unter Entwicklung phosphoriger Säure eine geringe Menge oxydirt, welches Oxyd entweder durch die entwickelte phosphorige Säure oder durch die Hitze wieder reducirt wird. Es findet daher keine Auflösung statt, aber daſs eine solche Oxydation und die darauf folgende Reduction statt gefunden, zeigt der Metallüberzug an den Wänden des Gefäſses.

II. Verhalten der Alkalien.

1) Kali so wie Natron, in ätzendem Zustand, bringen mit der neutralen salpetersauren Auflösung einen starken braunen Niederschlag hervor, der sich im Ueberschuſs des Laugensalzes auch beim Kochen nicht auflöst; die darüber stehende Flüssigkeit ist nur wenig gefärbt, d. h. die Alkalien entziehen dem Salze Säure und eine geringe Menge Oxydul und fällen basisches Salz. Beim Kochen zieht das im Ueberschuſs angewandte Laugensalz alle Säure aus, so daſs nur Oxydulhydrat zurückbleibt. Der Zusatz von Salpetersäure zu dem durch Einwirkung der Wärme zur Trockne verdampften und wieder aufgelösten Salze verändert diese Wirkung der Alkalien nicht. Hingegen bei unmittelbarer Anwendung der bei gewöhnlicher Temperatur in offenen Gefäſsen gebildeten Auflösung des Metalls, die folglich viel freie Säure hat, bewirken sie anfangs keine Trübung — die Auflösung ist von klarer lichtbrauner Farbe — die erst nach

Digitized by Google

längerer Zeit sich einstellt, wo dann derselbe Niederschlag erfolgt.

Im kohlensauren Zustande bewirken diese Alkalien keinen Niederschlag, gleichviel ob die Auflösung neutral ist oder freie Säure hat, nur daſs im letztern Falle *anfangs* Kohlensäure entwickelt wird, was bei der neutralen Auflösung weder beim Vermischen mit einer *geringen*, noch mit einer *überschüssigen Menge* des kohlensauren Laugensalzes statt findet. Die Auflösung färbt sich nur dunkler, aber bleibt klar. Wird sie hingegen erhitzt, so stellt sich mit der noch zunehmenden dunklen, schwarzbraunen Färbung die Trübung ein, und beim Kochen schlägt sich basisches kohlensaures Palladiumoxydul als braunes Pulver nieder. Die darüber stehende Flüssigkeit hat eine lichtbraune Farbe und enthält eine geringe Menge Palladiumoxydul.

Ein gleiches Verhalten zeigen beide Alkalien im kaustischen und kohlensauren Zustande zu der Auflösung des schwefelsauren Palladiumoxyduls.

Auf die Chlorürauflösung, neutral oder mit freier Säure, zeigen die kohlensauren eine gleiche Wirkung. Auch hier findet die Entwickelung der Kohlensäure nur *bei freier Salzsäure*, und folglich nur *im Anfang statt*. Die kaustischen hingegen bilden zwar auch einen Niederschlag von basischem Salz, wie bei den vorigen Salzen; aber dieser Niederschlag ist im Ueberschuſs des Laugensalzes beim Erhitzen vollkommen mit *lichtbrauner Farbe* auflöslich.

2) Ganz anders wirkt Ammoniak, bei dem auch kein Unterschied ist, ob es kaustisch oder kohlensauer angewandt wird. In der salpetersauren Auflösung fällt es ebenfalls ein braunes basisches Salz, welches im Ueberschuſs *unauflöslich* ist, aber in weit geringerer Menge als bei den fixen Alkalien, indem ein bedeutender Theil des salpetersauren Salzes aufgelöst bleibt und zwar, *hier allein, farblos*. Wird diese Auflösung bei gelinder Wärme verdampft, so erhält man ein Doppelsalz — neben salpetersaurem Ammoniak, wenn die Auflösung freie Säure enthält — in farblosen Prismen krystallisirt, welches, nach dem Entziehen eines Theils Am-

Digitized by Google

moniak, durch's Erhitzen oder durch den Zusatz einer Säure in ein gelbes übergeht, wovon in der Folge die Rede sein wird. Wird der braune Niederschlag, das basische Salz, nachdem die Auflösung abgegossen worden ist, mit Ammoniak gekocht, so wird ihm alle Säure und etwas Oxydul entzogen; das zurückbleibende ist aber nicht, wie unter diesen Umständen bei den fixen Alkalien, bloſses Oxydul, sondern eine Verbindung desselben mit Ammoniak, wovon ebenfalls in der Folge ein Näheres angegeben werden wird.

Ein gleiches Verhalten zeigt das Ammoniak zu dem schwefelsauren Salz, nur mit dem Unterschiede, daſs wenn in der neutralen Auflösung anfangs und bei einer geringen Menge Ammoniak ein Niederschlag entsteht — in der Auflösung mit freier Säure findet keiner statt — er leicht im Ueberschuſs sich auflöst.

In der Auflösung des Chlorürs bewirkt eine bestimmte Menge überschüssiges Ammoniak einen lichtbraunen, zimmtbraunen Niederschlag, basisches Doppelsalz; wird noch mehr Ammoniak zugesetzt, so nimmt der Niederschlag an Menge ab und zeigt eine pfirsichblüthrothe Farbe, ein Doppelsalz. Bei einem noch gröſseren Ueberschuſs von Ammoniak wird dieser Niederschlag vollkommen aufgelöst, was bei gewöhnlicher Temperatur erst nach längerer Zeit, und nur zum Theil beim Erhitzen, aber schnell und vollständig erfolgt. Beim Verdampfen dieser farblosen Auflösung erhält man ein weiſses prismatisch krystallisirtes Salz, welches ebenfalls bei gelindem Erhitzen oder durch den Zusatz einer Säure in gelbes übergeht. Dasselbe weiſse Salz wird auch aus der Flüssigkeit erhalten, welche von dem rothen Niederschlag und selbst aus der, welche von dem basischen Salz abgegossen wird, nur in immer geringerer Menge, und im letztern Fall mit viel Salmiak verbunden, was noch mehr der Fall ist, wenn die Auflösung zugleich freie Salzsäure enthält.

Dieses vollkommene Auflösen des Chlorürs in überschüssigem Ammoniak findet jedoch nur dann statt, wenn es ohne Mitwirkung von Salpetersäure gebildet worden ist,

Digitized by Google

enthält es hingegen mehr oder weniger von dem salpetersauren Salze, so bleibt ein diesem Salze entsprechende Menge brauner Rückstand ungelöst, wie es nothwendig aus dem Verhalten des Ammoniaks zu diesem Salz selbst sich ergiebt. Daher der aus einer solchen nicht reinen Chlorürauflösung durch Ammoniak gebildete rothe Niederschlag auch mehr oder weniger Palladiumoxydul enthält, durch welches die Farbe dieses Niederschlags etwas verändert wird, nicht rein pfirsichblüthroth, sondern fleischroth etc. ist. Doch kann die nicht reine Farbe dieses rothen Salzes noch von einer anderen Verunreinigung herrühren, wie in der Folge nachgewiesen werden wird.

III. Doppelsalze.

Wie bekannt und in dem vorhergehenden auch schon beiläufig erwähnt, bildet Ammoniak mit allen Salzen zwei Doppelsalze, wovon das eine weiſs und aus 1 At. des Salzes mit 2 At. Ammoniak, das zweite gelb gefärbt aus 1 At. Salz und 1 At. Ammoniak zusammengesetzt ist. Mit dem Chlorür hingegen bildet es, auſser dem weiſsen ebenfalls aus 1 At. Chlorür und 2 At. Ammoniak zusammengesetzten, zwei gefärbte, ein rothes und ein gelbes, welche als isomer, aus 1 At. Chlor und 1 At. Ammoniak zusammengesetzt, angenommen werden.

Gegen eine solche Isomerie sprechen zwar die verschiedenen Eigenschaften, das wesentlich verschiedene Verhalten und die verschiedene Darstellungsart dieser beiden Salze, wie folgendes zeigt, aber alles dieses hat keine Bedeutung, sobald die chemische Analyse dasselbe Verhältniſs der Bestandtheile darthut, wie dieses von Fehling[1]) angegeben worden ist.

In Hinsicht der Eigenschaften unterscheiden sie sich

1) Nach einer Stelle in Berz. Lehrb. 5. Aufl., S. 959, konnte man glauben, daſs auch Kane diese beiden Verbindungen untersucht und die Isomerie derselben bestätigt hat, dem ist aber nicht also: Kane erklärt ausdrücklich es nicht gethan zu haben.

Digitized by Google

auſser durch die Farbe auch dadurch, daſs das rothe haarförmig, krystallinisch und glänzend ist, auf das Filtrum gebracht, vereinen sich diese Fasern zu einer glänzenden Haut — ähnlich wie essigsaures Quecksilberoxydul oder basisches salpetersaures Wismuthoxyd. Das gelbe bildet ein glanzloses Pulver, und auch das unter günstigen Umständen in krystallinischen Blättchen sich darstellende zerfällt auf dem Filtrum beim Trocknen zu einem glanzlosen Pulver. Das Verhalten zum Wasser ist der Art, daſs zwar beide beim Kochen darin aufgelöst werden, aber das rothe unter Zersetzung, wie Fehling beobachtet hat; es bleibt ein brauner Rückstand und die Auflösung enthält Salmiak und gelbes Salz. Dasselbe giebt auch Kane an. Das Verhalten des gelben haben beide nicht untersucht, dieses ist aber von der Art, daſs es sich ohne bedeutende Zersetzung und vorausgesetzt, daſs es rein sey, ohne einen Rückstand zu lassen, auflöst.

Auch das Verhalten zu Ammoniak ist verschieden, wie ebenfalls Fehling bereits angegeben hat, indem das gelbe sehr leicht und bei gewöhnlicher Temperatur, das rothe hingegen erst beim Kochen oder in geringerer Menge nach langer Zeit bei gewöhnlicher Temperatur aufgelöst wird. Die gröſste Verschiedenheit zeigen sie bei der Darstellung.

Das rothe wird einzig und allein durch Vermischen der Chlorürauflösung mit Ammoniak bewirkt, am vortheilhaftesten wenn vor dem Vermischen mit Ammoniak zu der Chlorürauflösung noch Salzsäure gesetzt worden ist. Das gelbe umgekehrt durch den Zusatz von Salzsäure zu der ammoniakalischen Auflösung des Chlorürs. Daher auch aus dem weiſsen Doppelsalz $CrCl + 2NH^3$ entweder durch's Erhitzen oder durch den Zusatz von Salzsäure.

Ein Uebergang von dem einen zum andern findet eben nur in der angegebenen Darstellungsart statt, so daſs das rothe, in Ammoniak gelöst, durch Salzsäure als gelbes, und dieses, in Salzsäure beim Kochen gelöst, durch Ammoniak als rothes gefällt wird. Die Verwandlung des rothen, wenn es feucht bis 100° erwärmt wird, in gelbes fand ich bei

Digitized by Google

reinem rothen Salze nicht bestätigt. Eine Verwandlung des gelben in rothes, erwähnt weder Fehling noch Kane.

Das aus dem Chlorür und Chlorkalium gebildete Doppelsalz ist in kleinen haarförmigen Krystallen von einer schönen Bronzefarbe, die gröſseren prismatischen Krystalle sind bei reflectirtem Lichte braun, bei durchscheinendem von schöner grüner, pistaziengrüner Farbe.

Auſser diesen Salzen werden auch noch Doppelsalze als Verbindungen des Chlorids mit den Chlormetallen der Alkalien erhalten, welche, von Chlorkalium oder Ammonium gebildet, eine schöne zinnoberrothe Farbe haben. Das erste wird am vortheilhaftesten dargestellt, wenn zu der warmen Auflösung des Kalium-Palladiumchlorürs in Königswasser Chlorkalium gesetzt wird. Von den Sauerstoffsalzen sind nur die angegebenen ammoniakalischen bekannt. Ein prismatisch krystallisirtes gelbes Doppelsalz aus salpetrigsaurem Palladiumoxydul und salpetrigsaurem Kali, und ein ähnliches faseriges von Natron, wovon das erste luftbeständig ist, das zweite aber zerflieſst, erhält man, wenn zu der Auflösung des (reinen) Chlorürs salpetrigsaures Kali oder Natron so lange hinzugesetzt wird, bis die braune Farbe des Chlorürs in die gelbgrünliche übergeht und die Flüssigkeit bei gelinder Wärme verdampft wird. Sind beide Auflösungen concentrirt, so bedarf es keines Verdampfens, indem sich das Salz gleich beim Vermischen in Krystallen abscheidet. Ammoniak bildet mit dem salpetrigsauren Palladium zwei Salze, mit 2 und 1 At. Ammoniak wie mit den früher angegebenen. Auch bei dieser ist das erste weiſs, das zweite gelb.

Wenn ich in dem vorhergehenden bis auf geringe Abweichungen alle Angaben Kane's, wie sie Berzelius darstellt, bestätigt gefunden habe, so konnte ich dieses in Betreff der Salze, welche als Niederschläge erhalten werden sollen, durchaus nicht finden. Namentlich konnte ich aus der Chlorürauflösung weder beim Vermischen mit phosphorsauren, noch mit tartrylsauren Salzen die Palladiumsalze dieser Säuren als gelbes Pulver fällen. Das letztere Salz

Digitized by Google

bringt gar keine Veränderung hervor, in welchem Verhältniſs auch die Auflösung des neutralen weinsauren Kalis mit der neutralen Chlorürauflösung vermischt werde. Beim Erwärmen wird eine geringe Menge Metall reducirt. Die Auflösung des phosphorsauren Natrons bewirkt nach einiger Zeit einen braunen schleimigen Niederschlag, der aber nichts von Phosphorsäure enthält, sondern basisches Chlorür ist, welches eben so durch andere indifferente Salze wie durch schwefelsaures und salpetersaures Natron aus der Chlorürauflösung gefällt wird. Bloſs ein oxalsaures Salz wird aus dem Chlorür durch oxalsaures Kali als feine haarförmige Fasern von bräunlich gelblicher Farbe erhalten, ist aber nicht, wie angegeben wird, das einfache Palladiumsalz, sondern ein Doppelsalz, aus oxalsaurem Palladiumoxydul und oxalsaurem Kali zusammengesetzt. Oxalsaures Ammoniak, das einfache wie das doppelsaure, bewirkt keinen Niederschlag.

Weder Gerbsäure noch Formylsäure gehen Verbindungen mit dem Oxydul ein, vielmehr bewirken beide die Reduction desselben aus den Auflösungen; die erste scheidet es als schwarzes Pulver, die letzte als eine glänzende Metallhaut ab.

Die oben angegebene Verbindung des Oxyduls mit Ammoniak, welche gebildet wird, wenn Ammoniak im Ueberschuſs auf salpetersaures Oxydul einwirkt, und der gebildete Niederschlag mit Ammoniak gekocht wird, ist getrocknet von grauschwarzer Farbe und löst sich blättrig von dem Gefäſse ab, detonirt schwach bei gelindem Erhitzen, wobei Wasser und Stickgas entwickelt wird und das Metall als körniges Pulver zurückbleibt. Es ist $\dot{Pd} + HN^3$.

Meine frühere Beobachtung über die Reduction des Metalls aus seinen Auflösungen, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt werden (Poggendorff's Annalen a. a. O.), hat sich bei meiner jetzigen Untersuchung bei allen drei Auflösungen, des schwefelsauren und salpetersauren Oxyduls und des Chlorürs, vollkommen bestätigt, wie in der Folge umständlich gezeigt werden wird.

Digitized by Google

Gegenwärtig bemerke ich nur, daſs Kane diese Reduction beim Chlorür gar wohl wahrgenommen hat, ohne jedoch den Grund derselben einzusehen.

Zu den charakteristischen Reagentien für die Auflösungen dieses Metalls gehört, wie ich schon in meinem ersten Aufsatze bemerkt habe, das Zinnchlorür, indem es für sich einen braunen Niederschlag bildet, ähnlich wie mit der Platinauflösung, der sich aber durch den Zusatz von Salzsäure mit grüner Farbe auflöst, weshalb unmittelbar diese Färbung stattfindet, wenn die Palladiumauflösung freie Salzsäure hat. Selbst bei $\frac{1}{100,000}$ Metall in der Auflösung ist diese Farbe noch sehr gut wahrzunehmen. Diese Reaction ist daher eben so charakteristisch und empfindlich wie die des Jodkaliums, welches bei dieser Verdünnung eine schwache bräunliche Färbung erzeugt.

XIII. *Sauerwasser vom Paramo de Ruiz.*

Hr. W. Degenhardt hat vom *Paramo de Ruiz*, einem thätigen Vulcan Neu-Granada's, in 3800 Met. Höhe, dort wo der *Guali*, einer der Zuflüsse des *Rio-Grande de la Magdalena*, entspringt, in trachytischem Gebiet eine Sauerquelle von 69°,4 C. entdeckt, deren Wasser nach Hrn. Lewy's Analyse in 1000 Th. enthält: Schwefelsäure 5,181, Chlorwasserstoffsäure 0,881, Thonerde 0,5, Kalk 0,14, Natron 0,36, Kieselerde 0,183, Bittererde 0,32 und Eisenoxyd 0,365, in Summa 7,930 feste Bestandtheile. — Dieſs Wasser ist drei Mal reicher an Säure als das vom *Pasambio* oder *Rio-Vinagre*, denn letzteres enthält, nach Hrn. Boussingault's Analyse v. J. 1831, in 1000 Th. nur Schwefelsäure 1,11, Chlorwasserstoffsäure 0,91, Thonerde 0,40, Kalk 0,13, Natron 0,12, Kieselerde 0,20 und Spuren von Eisenoxyd, in Summa 2,87 feste Bestandtheile. Das Wasser des Pasambio besitzt aber auch keine hohe Temperatur, und eben seine Kühle läſst schlieſsen, daſs es gröſstentheils aus den Schneefeldern auf dem Gipfel des Puracé entspringt, und seine Sauerheit nur der Beimischung vulcanischer Sauerquellen verdankt. (*Compt. rend.*, *T. XXIV*, *p.* 397 und 449.)

Digitized by Google

XIV. *Uebersicht der Formeln sämmtlicher bisher näher untersuchter Mineralien, bei deren chemischer Constitution die polymere Isomorphie eine Rolle spielt;*
von Th. Scheerer in Christiania.

(Die Sauerstoffverhältnisse der talkerdereichen Mineralien wurden mit Zugrundelegung des veränderten Atomgewichts der Talkerde, Mg=251,33, berechnet; die der übrigen blieben im Wesentlichen ganz so, wie sie früher mitgetheilt worden sind. — Die Mineralien von gleicher oder ähnlicher Krystallform, gleicher oder ähnlicher krystallinischer Structur, sind durch Klammern vereinigt. — Die am Schlusse beigefügten Anmerkugen sind zu berücksichtigen. —)

I. Silicate.

A. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen [1]).

1) Mit eingliedriger Formel.

Olivin, *K*,		
meteorischer	21,2 : 21,5, n. Berzelius	$\dot{R}^3 \dddot{Si}$
v. Monte Somma	20,8 : 21,0, n. Walmst.	
v. d. Iserwiese	21,6 : 21,8, n. Demselb.	
v. Vivarais	21,5 : 21,8, n. Demselb.	
v. Langeac	21,2 : 20,2, n. Berthier	
v. Böhmen	21,0 : 22,0, n. Strom.	
v. Gieſsen	20,8 : 22,0, n. Demselb.	
meteorischer	19,9 : 22,4, n. Demselb.	
Villarsit, *K*, (I)	20,6 : 22,0	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}$
Serpentin, *K*,	21,4 : 21,1	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}$
Chrysotil [2])	21,7 : 21,1	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}$

1) Diejenigen Species dieser Abtheilung, von denen man Krystalle kennt, sind mit einem *K*, diejenigen, welche bisher nur von krystallinischer Structur gefunden wurden, mit einem *k* bezeichnet. Alle übrigen sind derb.

2) Nach der Analyse von Delesse.

Dermatin	19,7 : 19,0	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}$
Deweylit	20,8 : 21,8	$(\dot{Mg})^3 \dddot{Si}$
Gymnit	20,9 : 21,0	$(\dot{Mg})^3 \dddot{Si}$
Hydrophit	18,8 : 18,1	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}$
Chlorophäit	17,1 : 17,1	$(\dot{Fe})^3 \dddot{Si}$
(Kieselmalachit		$(\dot{Cu})^3 \dddot{Si}$)
Pikrophyllit	25,9 : 16,7 25,5 : 17,0	$(\dot{R})^2 \dddot{Si}$
Aphrodit	26,8 : 17,5 26,8 : 17,8	$(\dot{Mg})^2 \dddot{Si}$
Pyrosklerit, *k*	23,7 : 16,6 24,0 : 16,0	$(\dot{R})^2 [\dddot{Si}]$
Chonikrit	23,9 : 15,5 24,0 : 16,0	$(\dot{Mg}, \dot{Ca})^2 [\dddot{Si}]$
Augit, *K*, ($\dot{R}=\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}$) (Diallag, Broncit, Hypersthen)		$R^3 \dddot{Si}^2$ $(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$ $\dot{R}^3 [\dddot{Si}]^2$ $(\dot{R})^3 [\dddot{Si}]^2$
(II) Talk, *K*, v. kl. Bernhardt v. St. Foix	29,6 : 14,4 29,6 : 14,8	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$
Neolith, *K*,	29,4 : 14,7 29,4 : 14,7	$(\dot{R})^3 [\dddot{Si}]^2$
Meerschaum v. Marokko, Cabanas v. Coulommiers	28,2 : 15,1 28,2 : 14,1	$(\dot{Mg})^3 \dddot{Si}^2$

2) Mit zweigliedriger Formel.

Asbest, *k*, v. Pitkaranda	24,5 : 15,5 24,0 : 16,0	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + (\dot{R})^3 [\dddot{Si}]^2$
Schillerspath, *k*,	23,8 : 17,3 23,5 : 17,6	$2(\dot{R})^3 \dddot{Si} + (\dot{R})^3 [\dddot{Si}]^2$

Digitized by Google

Antigorit	23,1 : 17,8 23,1 : 17,3		$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})^3\dddot{Si}^2$
		$\dot{Na}$	
Retinalith	20,8 : 13,4 20,3 : 13,5	4,8 4,5	$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+\dot{Na}^2\dddot{Si}$
Schweizerit [1])	22,8 : 20,5 22,8 : 20,3		$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+\dot{Mg}^2\dddot{Si}$
Spadait (?)	29,1 : 15,7 29,0 : 16,1		$(\dot{Mg})^2\dddot{Si}+\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$
Pikrosmin, *k*,	28,1 : 15,8 28,1 : 15,6		$(\dot{Mg})^2\dddot{Si}+\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$
Monradit, *k*,	29,2 : 15,7 29,0 : 16,1		$(\dot{R})^2\dddot{Si}+\dot{R}^3\dddot{Si}^2$
Hornblende, *K*, ($\dot{R}=\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Mn}, \dot{Fe}$) (Grammatit, Pargasit, Uralit, Anthophyllit)			$\dot{R}\dddot{Si}+\dot{R}^3\dddot{Si}^2$ $\dot{R}\dddot{Si}+(\dot{R})^3\dddot{Si}^2$ $\dot{R}\dddot{Si}+\dot{R}^3[\dddot{Si}]^2$ $\dot{R}\dddot{Si}+(\dot{R})^3[\dddot{Si}]^2$
(III) Talk, *K*, v. St. Gotth., Greiner, Proufsiansk, Zillerthal v. Chamouny	32,2 : 13,9 32,2 : 14,3		$\dot{Mg}\dddot{Si}+(\dot{Mg})^3\dddot{Si}^2$
Meerschaum, a. d. Levante, (Lychnell)	31,6 : 14,5 32,0 : 14,2		$\dot{Mg}\dddot{Si}+(\dot{Mg})^3\dddot{Si}^2$
Speckstein	33,9 : 13,1 33,5 : 13,4		$3\dot{R}\dddot{Si}+(\dot{R})^3\dddot{Si}^2$
Krokydolith	26,6 : 11,8 26,6 : 11,4		$3\dot{R}\dddot{Si}+2(\dot{Fe})^3\dddot{Si}^2$

1) Unter diesem Namen habe ich hier die von Schweizer untersuchten serpentinartigen Mineralien belegt. S. Erdmann's und Marchand's Journal, Bd. 32, S. 499.

B. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen, verbunden mit Aluminaten und Eisenoxydaten.

Cronstedit	(durch Umformung der v. Kobell'schen Formel)			$(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})\dddot{Fe}$
Chlorit	16,3 :	7,9 :	18,1	$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})\dddot{Al}$
	16,0 :	8,0 :	18,0	
Thuringit	11,7 :	6,6 :	13,5	$2(\dot{Fe})^3\dddot{Si}+(\dot{R})\dddot{Fe}$
	12,0 :	6,0 :	14,0	
Chloritschiefer	16,4 :	5,7 :	19,3	$3(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})\dddot{Al}$
	17,0 :	5,7 :	18,9	
Ripidolith	13,7 :	9,0 :	16,5	$3(\dot{R})^3\dddot{Si}+2(\dot{R})\dddot{Al}$
	13,5 :	9,0 :	16,5	
Pennin	17,4 :	4,4 :	19,0	$4(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})\dddot{Al}$
	17,5 :	4,4 :	19,0	
Xanthophyllit	13,3 :	13,3 :	13,5	$(\dot{R})^2[\dddot{Si}]+(\dot{R})\dddot{Al}$
	13,3 :	13,3 :	13,3	
Leuchtenbergit	17,8 :	8,4 :	17,1	$2\dot{Mg}^2\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Al}$
	17,2 :	8,6 :	17,2	
Tabergit [1]	18,6 :	6,1 :	17,2	$3\dot{Mg}^2\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Al}$
	18,6 :	6,2 :	16,5	
Kämmererit	19,2 :	6,9 :	17,1	$3\dot{Mg}^2\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Al}$
	19,2 :	6,4 :	17,1	
Seifenstein (Svanberg)	24,3 :	3,9 :	16,7	$6(\dot{Mg})^2\dddot{Si}+(\dot{R})\dddot{R}$
	23,4 :	3,9 :	16,9	
Chloritoid	15,3 :	15,1 :	10,0	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+(\dot{R})\dddot{Al}^2$
	15,0 :	15,0 :	10,0	

Die

1) So habe ich hier den von Svanberg untersuchten chloritartigen Glimmer v. Taberg benannt. S. Berz. Jahresb. XX, S. 234.

Die Formeln der zu diesem Abschnitte gehörigen Mineralien sind sämmtlich von der Form:

$$n\dot{R}^x\dddot{Si}+\dot{R}^y\dddot{R}$$

$n=1, 2, 3, 4$ oder 6; $x=3, 2$ oder $1\frac{1}{2}$; $y=2, 1$ oder $\frac{1}{2}$. Diese Uebereinstimmung der chemischen Constitution steht in vollkommener Harmonie mit den betreffenden Krystallformen, dennalle diese Mineralien (mit Ausnahme des nur derb angetroffenen Seifensteins) krystallisiren theils holoëdrisch, theils hemiëdrisch *hexagonal.*

C. Silicate von Talkerde und Thonerde, und damit isomorphen Basen.

1) Glimmer und glimmerartige Mineralien.

Glimmer v. Iviken	$(\dot{R})\dddot{Si}^2+\dddot{R}\dddot{Si}^3$
Glimmer v. Bråttstad	$(\dot{R})\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si}^2$
Nakrit (Thomson)	$(\dot{Fe})\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si}^2$
Glimmer v. Broddbo	$(\dot{R})\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si}$
Pinit v. Penig	$(\dot{R})\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si}$
Pinit v. d. Auvergne	$3(\dot{R})\dddot{Si}+2\dddot{R}^2\dddot{Si}^3$
Pyrophyllit v. Beresowsk (Hermann)	$3(\dot{R})\dddot{Si}+2\dddot{Al}^2\dddot{Si}^3$
Pyrophyllit v. Spaa (Rammelsberg)	$3(\dot{R})\dddot{Si}+2\dddot{Al}^2\dddot{Si}^4$
Gigantolith	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+4\dddot{R}\dddot{Si}$
Chlorophyllit	$(\dot{R})^2\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Ottrelit	$(\dot{R})^2\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Talcit (Thomson)	$(\dot{R})^2\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Glimmer v. Rosendal	$2(\dot{R})^2\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Glimmer v. Pargas	$3(\dot{R})^2\dddot{Si}+4\dddot{R}\dddot{Si}$
Glimmer v. Monroe, Miask u. Karosulik	$(\dot{R})^3\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$
Glimmer v. Abborforſs	$(\dot{R})^3\dddot{Si}+4\dddot{R}\dddot{Si}$
Glimmer v. Sala	$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$

Die Zusammensetzung aller dieser zum Glimmergeschlechte gehörigen Mineralien kann durch die Formel

$$m\dot{R}^{x}\dddot{Si}^{x'}+n\dddot{R}^{y}\dddot{Si}^{y'}$$

ausgedrückt werden, in welchem Ausdrucke x' und y mit wenigen Ausnahmen $=1$ sind. Alle haben eine *hexagonale* Krystallform, oder krystallisiren doch wenigstens in Säulen von nahe 120° und mit abgestumpften scharfen Seitenkanten.

2) Nicht glimmerartige Mineralien.

a) Krystallinische.

Fahlunit	$(\dot{R})^3\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si}$
Esmarkit	$(\dot{R})^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Pyrargillit	$(\dot{R})^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Praseolith	$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si}$
Zeuxit	$3(\dot{R})^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}^3\dddot{Si}^2$

Roselan	$(\dot{R})^2\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si}$
Polyargit	$(\dot{R})^2\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si}$
Kirwanit	$6(\dot{R})^2\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Stellit	$9(\dot{R})^2\dddot{Si}+\dddot{R}^2\dddot{Si}^3$

Weiſsit [1])	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+2\dddot{Al}\dddot{Si}^2$
Cordierit	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si}$
Aspasiolith	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si}$

Saccharit	$2(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{Al}^2\dddot{Si}^3$
Rhodalith	$3(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$
Beaumontit	$3(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^2$
Neurolith	$(\dot{R})\dddot{Si}^2+\dddot{Al}\dddot{Si}^3$

Die Zusammensetzung der Mineralien dieses Abschnitts läſst sich durch dieselbe allgemeine Formel ausdrücken, wie

1) Die Formel des Weiſsit läſst sich umformen zu $3(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{R}^2\dddot{Si}^3$, also zu der des Pfeifensteins.

Digitized by Google

die des vorigen. An genauen Beobachtungen über die betreffenden Krystallformen fehlt es noch bei mehreren. Fahlunit (nach Haidinger), Esmarkit (nach Demselben), Pyrargillit, Praseolith (nach meinen Beob.), Cordierit und Aspasiolith, vielleicht auch Stellit, Zeuxit und Rhodalith, krystallisiren rhombisch; die sechs Erstgenannten in Säulen von nahe 120°. — In Bezug auf die *ähnlichen* Krystallformen gewisser Mineral-*Gruppen*, deren chemische Constitution sich durch eine allgemeine Formel ausdrücken läſst, gedenke ich später umfassendere Mittheilungen zu machen. Die Bahn zur Darlegung dieser wichtigen Thatsache ist bereits von Wallmark in seinem Aufsatze über die Krystallformen gewisser Silicate von 1- *und* 1-*atomigen* Basen, $\dot{R}$, gebrochen worden. Für die Silicate von *gemischten* Basen, $\dot{R}$ und $\dddot{R}$, konnte früher kein ähnliches allgemeines Gesetz aufgefunden werden, weil viele dieser Mineralien, wegen der älteren Deutungsart ihres Wassergehalts, Formeln erhielten, welche keine Vergleichung mit denen der wasserlosen Silicate gestatteten.

b) Amorphe.

Pechstein	$2(\dot{R})\dddot{Si}^2+\dddot{R}\dddot{Si}^3$
Cimolit	$(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^2$
Onkosin	$(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Steinmark v. Zorge	$(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Razoumoffskin	$(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Pfeifenstein [1])	$3(\dot{R})\dddot{Si}+\dddot{R}^2\dddot{Si}^4$

Fettbol	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+\dddot{R}\dddot{Si}$
Nontronit v. Autun	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+2\dddot{R}\dddot{Si}$
Huronit	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+3\dddot{Al}\dddot{Si}$
Agalmatolith	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si}$

1) S. Weiſsit.

Bergseife v. Plombières	$(\dot{R})^2 \dddot{Si} + \dddot{Al} \dddot{Si}$
Bol v. Stolpen	$(\dot{R})^2 \dddot{Si} + \dddot{Al} \dddot{Si}$
Nontronit v. Villefranche	$(\dot{R})^2 \dddot{Si} + \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$
Kaolin	$(\dot{R})^2 \dddot{Si} + 3 \dddot{Al} \dddot{Si}$
Nephrit	$3(\dot{R})^2 \dddot{Si} + \dddot{Al} \dddot{Si}$
Nontronit v. Andreasberg	$3(\dot{R})^2 \dddot{Si} + 4 \dddot{Fe} \dddot{Si}$
Saponit	$4(\dot{R})^2 \dddot{Si} + \dddot{Al} \dddot{Si}$

Pinguit	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + \dddot{Fe} \dddot{Si}$
Bol v. Ellinghausen, Cap de Prudelles und Säsebühl	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$
Eisensteinmark	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$
Halloisit v. la Vouth und Thiviers	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$
Bergseife v. Thüringen	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$
Halloysit v. Lüttich, Guatequé u. Bayonne	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 4 \dddot{Al} \dddot{Si}$
Tuesit (Thomson)	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 4 \dddot{Al} \dddot{Si}$
Steinmark v. Clausthal	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 4 \dddot{Al} \dddot{Si}$
Gilbertit	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 6 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$
Kerolith	$2(\dot{R})^3 \dddot{Si} + \dddot{Al} \dddot{Si}$

Bergseife v. Arnstedt $(\dot{R})^6 \dddot{Si} + \dddot{\bar{R}}^2 \dddot{Si}$

Fast sämmtliche diese amorphen Mineralien haben Formeln von krystallisirt vorkommenden Species (IV).

II. Borate.

Datolith	$3(\dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Ca}\dddot{B}) + (\dot{R})\dddot{Si}$
Botryolith	$3(\dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Ca}\dddot{B}) + (\dot{R})^2\dddot{Si}$

Digitized by Google

III. Phosphate und Arseniate.

A. Phosphate und Arseniate von Eisenoxydul und damit isomorphen Basen.

(V)	Vivianit v. Cornwall		$(\dot{Fe})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
	Blaueisenerde v. Hillentrop		$(\dot{Fe})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
	Kobaltblüthe		$(\dot{Co})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}$
	Vivianit v. Bodenm.	$(\dot{Fe})^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^3$ od.	$(\dot{Fe})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+5\dot{H}$
	Mullicit	$(\dot{Fe})^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^3$ -	$(\dot{Fe})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+5\dot{H}$
	Vivianit v. I. d. France	$(\dot{Fe})^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^2$ -	$(\dot{Fe})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+15\dot{H}$
	Huraulit	$(\dot{Mn}, \dot{Fe})^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^6$ -	$2(\dot{R})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+15\dot{H}$

B. Phosphate und Arseniate von Kupferoxyd und damit isomorphen Basen.

(VI)	Libethenit		$(\dot{Cu})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
	Olivenit		$(\dot{Cu})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}$
	Erinit		$(\dot{Cu})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}$
	Euchroit	$(\dot{Cu})^{15}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^2$ od.	$(\dot{Cu})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+5\dot{H}$
	Phosphorochalcit [1]		$(\dot{Cu})^{15}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^2$
	Phosphors. Kupf. v. Hirschberg		$(\dot{Cu})^{15}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^2$
	Strahlerz		$(\dot{Cu})^{15}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}{}^2$
	Kupferglimmer	$(\dot{Cu})^{10}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+20\dot{H}$ od.	$(\dot{Cu})^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}$
	Phosphors. Kupf. v. Ehl		$(\dot{Cu})^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^3$

C. Phosphate und Arseniate von Thonerde, Eisenoxyd und anderen Basen [2].

Peganit	$4(\dot{R})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\overset{\cdot\cdot\cdot}{Al}{}^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^6$
Wawellit	$4(\dot{R})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\overset{\cdot\cdot\cdot}{Al}{}^{15}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^6$

1) Nach den Analysen von Lynn und Kühn. Der mir erst ganz kürzlich in die Hände gekommenen Arbeit Hermann's über verschiedene Kupfer-Phosphate werde ich später gedenken.

2) $(\dot{R})$ besteht in den angeführten Mineralien dieses Abschnitts *nur* aus basischem Wasser.

Digitized by Google

Eisensinter (Stromeyer)	$4(\dot{R})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe}^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}^6+10(\dot{R})^3\dddot{S}$
Fischerit	$6(\dot{R})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\overset{\cdot\cdot\cdot}{Al}^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^6$
Arseniosiderit v. Romanèche (Rammelsberg)	$6(\dot{R})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe}^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}^8$
Diadochit (Plattner)	$2\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe}^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^8+30(\dot{R})^3\dddot{S}$
Eisensinter (Kersten)	$4(\dot{R})^{10}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe}^{20}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}^6$

Linsenerz $5(\dot{Cu})^{10}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\overset{\cdot\cdot\cdot}{Al}^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}$

Auſser den in dieser Uebersicht zusammengestellten Mineralien, deren Anzahl etwa 130 beträgt, giebt es noch viele andere, welche hierher gehören, deren Formeln aber, aus Mangel an genauen Analysen, sich einstweilen nicht bestimmen lassen. Von Silicaten sind dieſs z. B. Bonsdorffit, Hisingerit, Holmit, Phyllit, Prasilit, Pyrallolith, Plinthit, Seybertit, Vermiculit u. s. w.; von Phosphaten und Arseniaten Kalait, Lazulith, Skorodit, Würfelerz, Thrombolith u. s. w. — Bei mehreren dieser Mineralien ist es besonders das Verhältniſs des $\dot{Fe}$ zum $\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe}$, welches wiederholter Bestimmungen bedarf.

Anmerkungen.

I. Das Sauerstoffverhältniſs des Villarsit, 20,6 : 22,0, harmonirt weniger genau mit der Formel $(\dot{R})^3\dddot{Si}$, als das der übrigen hierhergehörigen wasserhaltigen Mineralien. Wirft man inzwischen einen Blick auf die beigefügten Sauerstoffverhältnisse der Olivine verschiedener Fundstätten, so sieht man, daſs hier noch gröſsere Abweichungen vorkommen.

II. Die scheinbare Gleichheit der Formeln des Augits und Talks könnte, bei oberflächlicher Betrachtung, leicht dazu verleiten, nach einer Isomorphie zu suchen, wo keine zu finden ist. Jene anscheinende Gleichheit ist keine wirkliche Identität, denn die Formel der Augite muſs eigentlich

Digitized by Google

$$\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + \left.\begin{matrix}\dot{Mg}^3\\ \dot{Fe}^3\\ \dot{Mn}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}^2$$

geschrieben werden. Durch die wesentliche Rolle, welche die Kalkerde in der Zusammensetzung der Augite spielt, sind dieselben vom Talk durchaus verschieden. Mit mehr Grund lieſse es sich dagegen voraussetzen, daſs der Fowlerit (siehe Dana's *Mineralogy*, *p.* 362), dessen Formel $\dot{Mn}^3\dddot{Si}^2$ ist, mit dem Talk isomorph seyn müsse. Die Säulenwinkel beider Mineralien stimmen allerdings auch sehr nahe überein (etwa 121° und 120°); allein der Talk krystallisirt, so weit dieſs bis jetzt ausgemacht ist, nach dem rhombischen, der Fowlerit nach dem klinorhomboïdischen (triklinometrischen) Systeme. Der Grund, warum hier keine gröſsere Uebereinstimmung stattfindet, dürfte darin liegen, daſs, wie es mehrfach den Anschein hat, das Manganoxydul nicht unter allen Umständen (besonders nicht, wenn es *dominirend* in einem Silicate auftritt) mit der Talkerde als isomorph betrachtet werden kann. So z. B. ist, nach Rammelsberg's Analyse und Berechnung, die Formel des Tephroit $= \dot{Mn}^3\dddot{Si}$, also völlig analog mit der des Olivin; dennoch aber besitzen diese Mineralien verschiedene Krystallformen.

III. Was von dem augitischen Talk (von der Formel $(\dot{R})^3\dddot{Si}^2$) in Bezug auf den Augit gesagt wurde, gilt auch von dem amphibolitischen Talk ($\dot{R}\dddot{Si} + (\dot{R})^3\dddot{Si}^2$) in Bezug auf die Hornblende, so wie auch von einigen andern später angeführten Mineralien. Ueberall wo man, zufolge der aufgestellten Formeln, mit Grund eine Isomorphie voraussetzen kann, ist sie auch wirklich vorhanden. — Ob beide Arten des Talkes, der augitische und amphibolitische, *genau* von gleicher Krystallform seyen, oder nur, wie Augit und Hornblende, einander *ähnlich* krystallisiren, wäre interessant zu erfahren.

IV. Unter den angeführten amorphen oder doch scheinbar amorphen Mineralspecies haben

Digitized by Google

	die Formel des
Onkosin Steinmark v. Zorge Razoumoffskin	Labrador und Ryakolith.
Huronit Agalmatolith	Barsowit, Bytownit und Cordierit.
Cimolit	Oligoklas.
Bergseife von Plombières Bol von Stolpen Nontronit von Villefranche	Chlorophyllit und Ottrelit.
Halloysit von Lüttich, Guatequé und Bayonne Tuesit Steinmark von Clausthal	Glimmer von Abborforſs.
Nontronit vom Andreasberg	Glimmer von Pargas.
Kerolith	Glimmer von Sala.
Bol von Ellinghausen, Cap de Prudelles und Säsebühl Eisensteinmark Halloysit von la Vouth u. Thiviers Bergseife von Thüringen	Epidot, Fahlunit, Mejonit, Saussurit.
Pinguit	Granat.

Im Ganzen kommen also unter den Formeln dieser Mineralien vor:

8 Glimmer-Formeln,
6 Feldspath-Formeln,
5 Epidot-Formeln,
1 Granat-Formel.

Ziehen wir auch den wegen seines äuſseren Charakters hierhergehörigen Meerschaum in den Kreis dieser Betrachtung, so erhalten wir auſserdem noch eine Augit- und eine Hornblende-Formel. Es ergiebt sich hieraus das interessante Resultat, daſs in der Klasse der amorphen Silicate ganz ähnliche Verbindungen angetroffen werden, wie in der der krystallinischen, und daſs diejenigen derselben, welche in dieser die häufigsten sind, auch in jener am häufigsten vorzukommen scheinen. Da nun ein groſser Theil die-

ser amorphen Mineralien wohl kaum etwas anderes ist, als wofür er gehalten wird, nämlich ein Product der Zersetzung verschiedener Gebirgsarten, so sehen wir, daſs die chemischen Naturprocesse unserer Tage Mineralkörper hervorzubringen im Stande sind, welche in gewisser Beziehung denen gleichen, die als Bestandtheile der älteren und ältesten Gebirgsglieder auftreten. Aber sowohl durch die krystallinische Ausbildung, als durch das seltnere und sparsamere Vorhandenseyn des basischen Wassers sind jene Producte der Urzeit im Allgemeinen wesentlich von denen der neueren Zeit verschieden.

V. Die Formeln des Vivianit von Bodenmais, Mullicit und Vivianit von Isle de France können auf zwiefache Art geschrieben werden. Welche von beiden Betrachtungsweisen die richtige sey, wage ich für's Erste nicht zu entscheiden; beide können, vorausgesetzt, daſs spätere Untersuchungen die Krystallform und Zusammensetzung dieser Mineralien bestätigen, zu wichtigen Schlüssen führen. Ist nämlich alles Wasser als basisches vorhanden, so läſst sich betrachten

		Säure		Base	
Vivianit von Cornwall Kobaltblüthe	als bestehend aus	20	At. u.	4	At.
Vivianit von Bodenmais Mullicit	- - -	20	- -	3	-
Vivianit v. Isle de France	- - -	20	- -	2	-

Krystallisiren diese Mineralien nun wirklich gleich, so würde sich hieraus ein neuer Beleg dafür ergeben, daſs sich, in *gewissen* Fällen (hier also in Bezug auf Eisenoxydul, Phosphorsäure und Arseniksäure) [1]), die Krystallform durch verschiedene relative Mengen des elektropositiven und elektronegativen Bestandtheils nicht verändert. In einer früheren Abhandlung (dies. Ann., Bd. 68, S. 337) habe ich in dieser Beziehung bereits die Feldspathe, so wie den Speiſs-

1) Für die Phosphate und Arseniate des *Kupferoxyds* braucht dieſs natürlich *nicht* zu gelten.

Digitized by Google

kobalt ($CoAs^2$) und Tesseralkies ($CoAs^3$) als Beispiele aufgestellt. Die Zahl dieser Beispiele kann aber noch beträchtlich vermehrt werden, wie ich bei einer späteren Gelegenheit zu zeigen gedenke. — Der Huraulit hat eine Krystallform, welche der des Vivianit nahe steht; bei ihm ist jenes Verhältniſs 20 : 6, paſst also ebenfalls in die aufgestellte Reihe. — Betrachtet man dagegen einen Theil des Wassers in den betreffenden Mineralien als Hydratwasser, so würde sich daraus ergeben, daſs eine zu einer Verbindung tretende gewisse Menge Hydratwasser in der Krystallform derselben keine Aenderung hervorbringt. Auch für diesen Fall giebt es anderweitige Belege, welche ich der Kürze halber hier übergehen will.

VI. Da die Krystallform des Euchroit ganz ähnlich der des Olivenit und Libethenit, allein verschieden von der des Phosphorcalcits und Strahlerzes ist, und da die Formeln dieser beiden letzteren, $(\dot{Cu})^{15}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}^2$, wegen der Quantität des vorhandenen Wassers, *nicht anders* geschrieben werden können, so scheint hieraus hervorzugehen, daſs von den beiden Euchroit-Formeln, $(\dot{Cu})^{15}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2$ und $(\dot{Cu})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+5\dot{H}$, die letztere die wahrscheinlichere ist. Zugleich dürfte hierin ein Grund liegen, die Formel $(\dot{R})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+5\dot{H}$ auch beim Vivianit von Bodenmais für die richtigere anzusehen.

XV. *Bemerkungen über die Darstellung des Ozons; von G. Osann.*

1) Destillirtes Wasser wurde einer nochmaligen Destillation im Glas unterworfen. Das erste Viertel des Destillats wurde beseitigt, hierauf die Hälfte überdestillirt und das letzte Viertel in der Retorte gelassen. Das Destillat zeigte, den bekannten Reagentien ausgesetzt, keine Spur von salzsauren, schwefelsauren Salzen. — Es wurde nun einer Elektrolyse einer starken Grove'schen Säule ausge-

Digitized by Google

setzt. Da reines Wasser bekanntlich ein sehr schlechter Leiter ist, so hatten sich in anderthalb Stunden kaum 2 C.C. Knallgas entwickelt. In diesem konnte durch den Geruch keine Spur von Ozon wahrgenommen werden. Derselbe Versuch, drei Wochen später angestellt mit neu destillirtem Wasser, gab genau dasselbe Resultat. — Es wurden aus verdünnter Schwefelsäure 2 C. C. Knallgas entwickelt. In diesem war der Ozongeruch nicht zu verkennen.

2) Es wurde Wasserstoffgas bereitet durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Zink. Das Gas wurde durch eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd, dann durch Kalilauge, dann durch eine Flasche mit ausgeglühten Kohlen, und hierauf durch eine Glasröhre von anderthalb Fuſs Länge, gefüllt mit Stücken von Chlorcalcium, geleitet. Das sich entwickelnde Wasserstoffgas war völlig ohne Geruch. Es wurde durch eine Glasflasche geleitet, welche mit drei Hälsen versehen war. Durch die erste Oeffnung wurde das Gas eingeleitet, durch die dritte ausgeleitet. Die mittelste wurde durch einen Stöpsel verschlossen. Durch den Stöpsel der ersten Oeffnung war ein Platindraht gesteckt, dessen im Glas befindliches Ende zugespitzt und nach oben gegen die mittlere Oeffnung zugekehrt war. Das auſser dem Gläschen befindliche Ende des Platindrahts war bestimmt, mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung gesetzt zu werden. Die dritte Oeffnung des Gläschens war mit einer Sförmigen Gasleitungsröhre versehen, um das durchgeleitete Gas auffangen zu können. Es wurde nun eine Stunde lang Wasserstoffgas durch das Gläschen hindurchgeleitet. Nach Verlauf dieser Zeit wurden 14,6 C.C. davon in einer Verpuffungsröhre aufgefangen, und mit 7,3 C.C. Sauerstoffgas, dargestellt aus chlorsaurem Kali, gemengt und verpufft. Die Gase verschwanden, bis auf eine Menge, welche ich zu $\frac{1}{5}$ C.C. anschlage. — Es ist begreiflich, daſs diese so geringe Menge Gas keinen Einfluſs auf die Darstellung des Ozons ausüben konnte. Jetzt wurde der Platindraht mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in leitende Verbindung gesetzt, während die Scheibe der-

Digitized by Google

selben gedreht wurde. Nachdem dieſs eine Zeit lang geschehen war, wurde der Stöpsel von der mittleren Oeffnung entfernt. — Es war Ozongeruch deutlich wahrzunehmen, und er wurde nicht schwächer befunden, als wenn die Flasche mit atmosphärischer Luft erfüllt gewesen wäre.

3) Bei der Erzeugung des Ozongeruchs mittelst der Elektrisirmaschine habe ich keinen Unterschied wahrnehmen können, ob die Elektricität aus zugespitzten Drähten von Platin, Kupfer, Messing oder Eisen ausströmte. — Hier ist ein wesentlicher Unterschied mit dem auf nassem Wege erzeugten.

Diese Versuche sind eben so wenig der Ansicht günstig, daſs das Ozon eine Oxydationsstufe des Wasserstoffs sey, als daſs es eine Oxydationsstufe des Stickstoffs sey. Noch immer drängt sich die Frage auf, ob der elektrische Ozongeruch und der auf chemische Weise hervorgebrachte ein und demselben Wesen angehören. — Wird man annehmen, daſs, weil der Arsenik nach Knoblauch riecht, im Knoblauch Arsenik sey?

Würzburg, 25. März 1847.

XVI. *Ueber die Wärmemengen in Metallgemischen; vom verstorbenen Rudberg.*

[Die nachstehende aphoristische Notiz wurde mir von dem der Wissenschaft leider viel zu früh entrissenen Rudberg einige Jahre vor seinem beklagenswerthen Tode (1839, Juni 14) brieflich mitgetheilt. Als nicht für die Oeffentlichkeit bestimmt, bewahrte ich sie zu seinem Andenken im Pulte, hoffend es werde sein literarischer Nachlaſs mit der Zeit dem Drucke vollständig übergeben werden. Da dieſs aber seitdem nicht geschehen ist, und mir die Notiz noch jetzt, besonders in Bezug auf die neueren Arbeiten von Person (Ann., Bd. 70, S. 300, 302, 388), werthvoll zu seyn scheint, so habe ich geglaubt sie im Interesse der Wissenschaft nicht länger liegen lassen zu dürfen *P.*]

A) In einer Legirung von zwei Metallen, deren Abkühlung regulär geschieht, d. h. in einer chemischen Legirung, enthält jedes der Metalle, vom Schmelzpunkt der Legirung

Digitized by Google

an bis zu seinem eignen Schmelzpunkt, gleich viel Wärme. Bezeichnen demnach M', M'' die Gewichte der Metalle, c', c'' ihre specifischen Wärmen, τ', τ'' ihre Schmelzpunkte und τ den Schmelzpunkt der Legirung, so hat man:

$$M'\int c'dt = M''\int c''dt \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (A)$$

worin $\int c'dt$ von τ bis τ', und $\int c''dt$ von τ bis τ'' zu nehmen ist.

Setzt man zuvörderst die specifische Wärme constant, so wird diese Gleichung:

$$M'c'(\tau'-\tau) = M''c''(\tau''-\tau) \quad . \; . \; . \; . \quad (B)$$

und nimmt man ferner an, das Dulong'sche Gesetz der umgekehrten Proportionalität zwischen specifischer Wärme und Atomgewicht sey strenge richtig, erwägend dabei, daſs, wenn π', π'' die Atomgewichte der Metalle bezeichnen, $M' : M'' :: \pi' : n\pi''$ ist, so hat man angenähert:

$$\tau'-\tau = n(\tau''-\tau) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (C)$$

Hiebei ist jedoch zu berücksichtigen, daſs n nur bei den Metallen, bei denen das Product aus der specifischen Wärme in das Atomgewicht geradezu $=37,632$ ist, das Atomgewicht ausdrückt, bei den anderen Metallen aber, bei welchen die specifische Wärme mit einer einfachen Zahl r multiplicirt werden muſs, z. B. beim Wismuth und Kadmium, auch diese Zahl mit enthalten muſs.

Die Temperaturen müssen übrigens auf das Luftthermometer reducirt werden. Die Temperaturen, welche ich hier anführe, sind indeſs noch alle mit einem sorgfältig angefertigten und geprüften Quecksilberthermometer gemacht worden, und es können seine Angaben nicht strenge richtig seyn, da seine Röhre natürlich auſserhalb der Masse stand, deren Temperatur bestimmt wurde. Hier die Beobachtungen:

1) *Zinnblei*, Sn^3Pb.

Schmelzpunkt des Sn	$=228°,5$,	des Pb	$=326°,0$
- - der Legir.	$=182\ ,5$		$=182\ ,5$
	$46°,0$		$143°,5.$

Nach der Gleichung (C) sollte seyn: $3\times46°,0=143°,5$.

Digitized by Google

2) *Zinnwismuth*, Sn Bi.

Schmelzpunkt des Sn	$=228^\circ{,}5$,	des Bi	$=268^\circ{,}3$
- - der Legir.	$=136\ {,}4$		$=136\ {,}4$
	$92^\circ{,}1$		$131^\circ{,}9$.

Da beim Wismuth die specifische Wärme nur $\frac{2}{3}$ von dem ist, was sie nach dem Dulong'schen Gesetz seyn sollte, so hat man nach Gleichung (*C*): $92^\circ{,}1 = \frac{2}{3} \times 131^\circ{,}9$.

3) *Zinn-Kadmium*, Sn^2 Cd.

Schmelzpunkt des Sn	$=228^\circ{,}5$,	des Cd	$=320^\circ{,}0$
- - der Legir.	$=173^\circ{,}75$		$=173\ {,}75$
	$54^\circ{,}75$		$146^\circ{,}25$.

Auch hier muſs der Factor $\frac{2}{3}$ eintreten, also hätte man nach Gleichung (*C*): $54^\circ{,}75 = \frac{2}{3} . 146^\circ{,}25$.

4) *Wismuth-Kadmium*, $Bi^3\ Cd^2$.

Schmelzpunkt des Bi	$=268^\circ{,}3$,	des Cd	$=320^\circ{,}0$
- - der Legir.	$=146\ {,}3$		$=146\ {,}3$
	$122^\circ{,}0$		$173^\circ{,}7$

nach Gleichung (*C*) hätte man: $\frac{2}{3} \times 3 \times 122^\circ{,}0 = \frac{2}{3} \times 2 \times 173^\circ{,}7$.

5) *Wismuth-Blei*, Bi^2 Pb.

Schmelzpunkt des Bi	$=268^\circ{,}3$,	des Pb	$=326^\circ{,}0$
- - der Legir.	$=125\ {,}3$		$=125\ {,}3$
	$143^\circ{,}0$		$200^\circ{,}7$

nach Gleichung (*C*) wäre: $\frac{2}{3} \times 2 . 143^\circ{,}0 = 200^\circ{,}7$.

Die Uebereinstimmungen können nicht vollkommen seyn, weil die Quecksilberthermometer nicht wahre Temperaturen angeben und die specifischen Wärmen etwas veränderlich sind; aber sie nähern sich doch sehr der Vollkommenheit.

B) *In einer ternären Legirung*, worin M', M'' die Gewichte der elektropositiven Metalle und M''' das Gewicht des elektronegativen Metalls, *scheint ebenfalls*

$$M' \int c'\,dt + M'' \int c''\,dt = M''' \int c'''\,dt,$$

d. h. *die Summe der Wärmemengen der elektropositiven Metalle gleich zu seyn der Wärmemenge des elektronegativen Metalls.* So z. B. ist für die von Svanberg untersuchte

ternäre Legirung Zinn-Zink-Blei $= ZnSn^3 + 2PbSn^3$ oder $Zn + Pb^2 + Sn^9$, der Schmelzpunkt

d. Zinks $= 400°,0$,	d. Bleis $= 326°,0$,	d. Zinns $= 228°,5$
d. Legir. $= 168\ ,0$	$= 168\ ,0$	$= 168\ ,0$
$232°,0$	$158\ ,0$	$60°,5$

und angenähert sollte seyn:

$$232°,0 + 2 \times 158°,0 = 9 \times 60°,5.$$

Sie sehen, die Sache ist der Aufmerksamkeit nicht ganz unwerth. —

Upsala, 20. Juli 1836.

XVII. *Ueber die Cohäsion des Wassers; briefliche Mittheilung von C. Holtzmann.*

Im LXX. Bande Ihrer Annalen, S. 481, hat C. Brunner Untersuchungen über die Cohäsion der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen mitgetheilt, wobei er als Maaſs der Cohäsion das Gewicht der in einer capillaren Röhre gehobenen Flüssigkeit betrachtete, oder, wegen der geringen Aenderung der Dichte, auch nur die Höhe der gehobenen Flüssigkeit. Er fand dabei, daſs in einer Röhre von 1 Millim. Radius die Höhe H des getragenen Flüssigkeitscylinders für Wasser $15{,}33215 - 0{,}0286396 . t$ Millim. betrage, wobei t die Temperatur nach der 100theiligen Scale bedeutet. Die Höhe des getragenen Flüssigkeitscylinders in einer anderen Röhre (immer den Meniscus auf Cylinderhöhe reducirt) wird dann $\frac{H}{\alpha}$, und das Gesetz der Cohäsion des Wassers, wie es in obiger Formel ausgedrückt ist, gilt daher unabhängig von dem Radius der Röhre, nur wird das Maaſs für jede andere Röhre ein anderes.

In meiner Abhandlung über die »Wärme und Elasticität der Gase und Dämpfe, Mannheim bei Löffler 1845,« habe ich gezeigt, daſs wenn man die Arbeit, welche der Wärme der Wasserdämpfe aequivalent ist, vergleicht mit

Digitized by Google

der Arbeit, welche bei der Dampfbildung in der That geleistet wird, daſs dann ein Rest von Arbeit oder lebendiger Kraft übrig bleibt, welche bei diesem Uebergange aus dem tropfbarflüssigen in den elastischflüssigen Zustand verloren geht, welcher also zur Ueberwindung eines besonderen Widerstandes verwendet werden muſs: als solchen habe ich dort (S. 35 und 36) die *Cohäsion* der Flüssigkeiten bezeichnet, und gezeigt, daſs wenn man die lebendige Kraft, oder die Wärme, welche zur Aufhebung dieser Cohäsion erforderlich ist, als Maaſs derselben betrachtet, die Cohäsion abnimmt, wie die Temperatur zu; ich habe ferner die Cohäsion des Wassers berechnet, und sie gleich gefunden mit (S. 36):

$$607 - 1{,}1394 \, . \, t,$$

wo die Temperatur nach der 100theiligen Scale vom Eispunkte an gezählt ist, wie bei Brunner.

Sehen wir nun wie diese beiden Formeln für die Cohäsion des Wassers übereinstimmen. Bei Brunner ist für 0° als Maaſs der Cohäsion des Wassers die Zahl 15,33215 angenommen, bei mir 607. Reducire ich nun mein Maaſs auf das Brunner'sche, indem ich meine Formel mit $\frac{15{,}33215}{607}$ multiplicire, so erhalte ich:

$$15{,}33215 - 0{,}028779 \, . \, t,$$

während Brunner fand:

$$15{,}33215 - 0{,}0286396 \, . \, t.$$

Diese Uebereinstimmung ist gewiſs gröſser, als man aus der Verschiedenheit der Wege, auf denen wir zu diesen Resultaten gelangten, vermuthen konnte. Der Eine von uns untersuchte die Erscheinungen in capillaren Röhren, der Andere betrachtete die Erfahrungen, welche man über die Elasticität der Gase und Dämpfe und über die latente Wärme der letzteren gesammelt hatte; eine gröſsere Verschiedenheit der Untersuchungen giebt es auf den ersten Blick nicht, und doch haben beide auf dasselbe Resultat geführt; gewiſs eine nur seltene Erscheinung in den Wissenschaften, und gewiſs auch eine gewichtige Bestätigung des Endresultats.

Albbruch, den 11. Juni 1847.

Digitized by Google

1847. ANNALEN №. 8.

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXXI.

I. *Ueber die Bildung eines wissenschaftlichen Systems in der Mineralogie; von J. J. Berzelius.*

(Aus dem Jahresbericht 1846, S. 219 bis 231 des Originals, übersetzt von C. Rammelsberg) [1]).

Ich will versuchen, hier einige Betrachtungen darzulegen, die, wie ich glaube, beim Bau eines Mineralsystems von Gewicht sind, insbesondere, weil die verschiedenen Meinungen über die Basis, auf welcher ein Mineralsystem gegründet werden müsse, noch nicht zu einer allgemein getheilten Ueberzeugung geführt haben, *welche* von den verschiedenen Grundlagen, die man wählen kann, als die wissenschaftlich richtigste anzusehen sey. Wir werden deshalb von Zeit zu Zeit neue *naturhistorische* Mineralsysteme erhalten, gegründet, gleichwie in der Naturgeschichte der organischen Reiche, auf äuſsere Aehnlichkeit; *geometrische* Systeme, gegründet auf die Krystallform, so weit diese ausreicht, und *chemische* Systeme, gegründet auf die Zusammensetzung. Die meisten dieser Systeme haben im Allgemeinen mehr zum Zweck die Ordnung, in welcher die Mineralien sich am passendsten in einer Sammlung aufstellen lassen, als die Folgereihe, in der sie in einer systematisch wissenschaftlichen Abhandlung über ihre Natur am besten beschrieben werden.

Wenn man sich in die Lage versetzt denkt, einen Anderen in die rationelle Kenntniſs der Producte des Mineralreichs als einem bestimmten Lehrgebäude einführen zu müs-

1) Die nachfolgende Abhandlung habe ich im Auftrage des Hrn. Verfassers sogleich nach ihrem Druck übersetzt. Sie bildet einen Theil von Berzelius's neuem chemischen Mineralsystem, welches so eben (Nürnberg, bei J. L. Schrag) erschien, und mit dessen Herausgabe mich der Hr. Verfasser beehrt hat. *R.*

Digitized by Google

sen, so ist die erste Frage stets die: Was bestimmt den Begriff eines Minerals? Heut zu Tage möchte es gewiſs keines Beweises mehr bedürfen, daſs dieser Begriff nicht in der geometrischen Form, der Härte, dem specifischen Gewicht, der Farbe u. s. w. liegt, weil, wenn dieſs Alles vollständig bestimmt wäre, man doch daraus noch nicht einen Begriff von dem erhält, was das Mineral ist, so lange die Zusammensetzung unbekannt bleibt. Diese ist es folglich, welche bestimmt, was das Mineral ist, und es scheint daraus ganz ungezwungen zu folgen, daſs in dem wissenschaftlichen System die Producte des Mineralreichs nach dem geordnet werden müssen, *was sie sind*, und nicht danach, *wie sie aussehen*. Es wird eine Zeit kommen, wo man es nur schwer begreiflich finden wird, daſs überhaupt eine andere Meinung über den Grund für die Classificirung der Mineralien habe aufgestellt und eifrig vertheidigt werden können.

Allein es hat wirklich eine Zeit gegeben, und sie ist noch nicht so gar lange verflossen, wo die Mineralogie in Nichts weiter bestand, als im Aufsuchen und Sammeln der Mineralien, in genauer Beobachtung und Bestimmung ihrer äuſseren Eigenschaften, und in unterscheidender Benennung derjenigen, welche einander nicht vollkommen glichen, wobei man als ordnendes Princip die Verwandtschaftsähnlichkeit annahm, gleichwie bei den Gegenständen der Naturgeschichte organischer Körper. Dieſs war *damals* der einzige Ausweg, den man hatte, und er war für seine Zeit gut. Aber eben zu jener Zeit, und vor allen Versuchen, die Mineralien systematisch zu ordnen, hatte der Kunstfleiſs gelehrt, aus gewissen Steinen Silber, Kupfer, Zinn, Blei, Eisen u. s. w. auszuscheiden, und dieſs brachte in die ersten Systeme den Begriff von Eisen-, Blei-, Zinn-, Kupfer- und Silbererzen, die nach dem Metall, das sie enthielten, geordnet wurden. Es war dieſs eine Art unbewuſster Erkenntniſs davon, daſs die Grundstoffe, die ein Mineral enthält, den Begriff geben müssen von dem, was es ist.

Seitdem durch Klaproth's und Vauquelin's eifrige

Digitized by Google

Bemühungen es gelungen ist, eine so groſse Anzahl Mineralien nach ihrer Zusammensetzung zu bestimmen, daſs mehr Licht sich über ihre chemische Natur verbreiten konnte, fing diese auch an, sich mehr und mehr geltend zu machen, ohne daſs sie jedoch schon bei der Aufstellung eines Mineralsystems hätte angewendet werden können, weil viele Mineralien noch nicht untersucht waren, und in der That nicht mehr als einige vierzig Jahre verflossen sind, seit Klaproth uns mit der unerwarteten Entdeckung überraschte, daſs das Kali sich in Steinarten finde, und einen wesentlichen Bestandtheil des Feldspaths ausmache.

Die bedeutenden Mineralogen jener Zeit waren keine Chemiker, und brauchten dieſs nicht zu seyn. Die Meisten derer, die in ihren Schulen gebildet wurden, waren es eben so wenig, obgleich die Chemie sich als nothwendig zu erweisen anfing, zumal als sie begann, mit Riesenschritten in die Mineralogie einzugreifen. Es liegt in der Natur des menschlichen Geistes, daſs diejenigen, welche sich ohne Beihülfe der Chemie zu Mineralogen ausgebildet hatten, und worunter Viele ausgezeichnet waren wegen ihrer umfassenden Kenntnisse vom Habitus, Namen und Vorkommen der Mineralien, die Mineralogie unabhängig von einer Wissenschaft erhalten wollten, welche ihnen beinahe fremd war, und daraus entsprang ein Ankämpfen gegen alle Versuche, die Mineralogie chemischen Ansichten zu unterwerfen. Dabei bildete sich noch ferner eine obwohl minder zahlreiche Generation von Kämpfern gegen den Einfluſs der Chemie auf die Mineralogie als selbstständige Wissenschaft, und es ist klar, daſs die Chemie nicht eher als die einzige wesentliche Grundlage für die Mineralogie als Wissenschaft wird angenommen werden, bis diese Vertheidiger von Ansichten einer früheren Zeit von der Bühne werden abgetreten seyn; erst dann, wenn Alle, die sich mit dem Studium der Mineralogie beschäftigen, von der Nothwendigkeit sicherer und umfassender Kenntnisse in der unorganischen Chemie überzeugt seyn werden. Aber diese Zeit wird kommen.

Es ist bekannt, daſs die Werner'sche Schule sich mit

Digitized by Google

einem *eigenthümlichen* Scharfsinn an die Beobachtung der äuſseren Eigenschaften im Allgemeinen hielt. Die in ihr gebildeten Mineralogen werden niemals den hierauf begründeten Begriff von der *Species* als einer Hauptsache in der Mineralogie aufgeben.

Die Haüy'sche Schule blieb vorzugsweise bei den Krystallformen stehen, und die Fortschritte, welche die Wissenschaft durch Haüy's und seiner Schüler Arbeiten auf diesem Wege machte, waren wirklich bewundernswerth. Jene waren aber fast eben so wenig Chemiker, wie Werner's Anhänger, wiewohl Haüy offen gestand, und, so weit es möglich war, davon Anwendung machte, daſs die Zusammensetzung eine der Grundlagen für die Classification sey.

Die Lehre von den Krystallformen wurde in Folge dessen als ein besonderer Zweig der Wissenschaft unter dem Namen der Krystallographie weiter ausgearbeitet, und die Krystallformen wurden in eine systematische Aufstellung gebracht. Diese ward nun in den Händen von Mohs die Basis für ein Mineralsystem, worin die krystallisirten Mineralien nach dem System der Krystalle eingepaſst wurden, die amorphen aber, welche nicht darin eingeordnet werden konnten, einen Anhang ausmachten. Dadurch erstrebte Mohs für die Mineralogie eine solche Unabhängigkeit von allem Anderen als der geometrischen Form, dem spec. Gewicht, der Härte und den sonstigen Eigenschaften, daſs er glaubte erklären zu dürfen, jede Beihülfe der Chemie, sogar Alles, was die Form eines Minerals verändere, sey der Mineralogie als einer selbstständigen Wissenschaft fremd. Sein System gewann Beifall und Anhänger, welche indessen nicht so weit gingen wie er, die Mineralogie als unabhängig von der Chemie zu betrachten. Aber diese Grundlage für eine Classification, gleichwie eine jede derartige andere, die es sich zum Vorzug rechnet, daſs sie die Kenntniſs von dem entbehren könne, was ein Mineral seiner Zusammensetzung nach ist, konnte nicht auf eine allgemeine Annahme oder lange Dauer rechnen, und ihre vorzüglichste

Digitized by Google

Stütze fiel, als ihr Urheber vom Schauplatz abtrat. Man ist jetzt im Allgemeinen mehr als jemals zu der Ueberzeugung gelangt, daſs das Princip für die Anordnung der Mineralien, d. h. der Grund, welcher bestimmt, was sie sind, in der chemischen Zusammensetzung gesucht werden muſs.

Vor etwas mehr als 30 Jahren machte ich einen Versuch hierzu [1]), welcher als der erste durchgeführte Versuch auf diesem Wege betrachtet werden darf. Die chemische Zusammensetzung war darin die ausschlieſsliche Basis des Systems, und ich halte noch jetzt diese ausschlieſsliche Anwendung der Zusammensetzung als die einzig richtige fest.

Dieser Versuch rief auf der einen Seite groſsen Widerstand, auf der anderen halben Beifall hervor; es folgten Versuche zu Verbesserungen durch Einverleibung der Grundlagen des naturhistorischen Systems mit den chemischen, und so entstanden die gemischten Mineralsysteme, unter welchen gleichwohl keines das allgemeine Bürgerrecht erlangt hat. Die Mineralogie befindet sich in dieser Hinsicht wirklich in einer babylonischen Verwirrung. Fast jeder Schriftsteller macht sich sein eigenes System, und wählt dazu Gründe aus der Zusammensetzung, Krystallform und Aehnlichkeit in den äuſseren Eigenschaften, unter denen ein Jeder, seiner Ansicht gemäſs, der einen oder anderen den Vorzug gestattet, bisweilen in ungleichem Maaſse in den einzelnen Theilen des Systems, stets aber mit dem sichtbaren Bemühen, die Gegenstände, die äuſsere Aehnlichkeit haben, neben einander zu stellen. Dieſs Verfahren wirkt höchst nachtheilig auf das Studium der Mineralogie. Man muſs sich in ein Dutzend ephemerer Systeme und in die darauf gegründeten Namenänderungen hineinstudiren, und das Uebel mehrt sich mit jedem neu auftretenden Verfasser eines Systems. Vergleicht man, wie ausgebreitet das gründliche Studium der Mineralogie war, als es sich allein zwischen Werner's

1) Versuch, durch Anwendung der elektro-chemischen Theorie und der chemischen Proportionen ein rein wissenschaftliches System der Mineralogie zu begründen. Stockholm 1814. Uebersetzt in Schweigg. Journ. Bd. 11 und 12, und der oben angeführten Schrift.

Digitized by Google

und Haüy's Systemen theilte, mit dem, was es seither geworden, so zeigt sich deutlich der Einfluſs dieser Vielzahl von Systemen.

Der Zweck dieser Bemerkungen ist, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, wie nothwendig es sey, daſs die Mineralogen sich über gleiche Grundsätze für die Aufstellung der Wissenschaft einigen, und, wenn irgend möglich, über ein allgemein angenommenes und befolgtes Mineralsystem. Ein solches mag seine Mängel haben, etwas durchaus Vollkommenes giebt es nicht; aber man möge nicht glauben, daſs einer Fehlerhaftigkeit abgeholfen werde durch eine vollständige Umschaffung, oder daſs sie, einmal erkannt, auch nothwendig sogleich entfernt werden müsse; oft sieht man einen Fehler viel früher, ehe es glückt, Mittel zu seiner Abhülfe zu finden, und bis dahin muſs man stets mit letzterer zögern, wenn man nicht den einen Mangel durch einen anderen ersetzen will.

Ich bin weit entfernt, zu einem solchen allgemein benutzten Mineralsystem das von mir versuchte vorschlagen zu wollen, welches mehrer wesentlichen Modificationen bedarf, sondern ich will hier Fragen in Betracht ziehen, welche bei der Entwerfung eines allgemein annehmbaren chemischen Mineralsystems erörtert werden müssen.

Die erste von ihnen ist, *daſs nichts Anderes als die Zusammensetzung an der Grundlage für die Anordnung Theil nehmen darf.* Das ist gegenwärtig der Satz, welcher am schwierigsten sich Geltung verschaffen möchte. Die Neigung, unorganische Producte nach denselben Grundsätzen wie organische zu ordnen, ist in der Mineralogie so eingewurzelt, daſs sie schwer ganz zu vertilgen ist. Eine Folge davon ist das Gewicht, welches man auf den Begriff von dem legt, was man *eine mineralogische Species* nennt. Wenn ich es ausspreche, daſs sich in der Mineralogie nichts findet, was dem Begriff einer Species entspricht, so habe ich wahrscheinlich alle Mineralogen unserer Zeit gegen mich, weil man es für ein groſses Verdienst bei einem mineralogischen Schriftsteller hält, wenn er wohl bestimmt, was eine

Digitized by Google

Species sey, ohne dieselbe unnöthigerweise in mehre zu theilen, oder darin zusammenzufassen, was nicht dahin gehört, und hierbei macht sich das naturhistorische Princip mehr geltend als das chemische.

Aber was hat man denn in der Mineralogie zu ordnen? Es sind theils die einfachen Grundstoffe, theils deren unorganisch-chemische Verbindungen. Was bestimmt nun ihre Identität oder Nichtidentität? Die Bestandtheile und die ungleichen chemischen Proportionen, nach denen sie vereinigt sind. Eine Abweichung in der Natur der Bestandtheile, gleichwie ihrer bestimmten Verbindungsverhältnisse, hebt die Identität auf. Dieſs kann nicht bestritten werden. Wenn man aber, in welcher Mineralogie es auch sey, z. B. Augit, Hornblende, Granat, Glimmer u. s. w. aufschlägt, so findet man wohlbestimmte Species, in denen die Zusammensetzungsweise eine analoge ist, die Bestandtheile aber oft ganz verschieden sind, so daſs man im System in einer Species Körper vereinigt, die nicht chemisch identisch sind. Je mehr wir mit der Chemie bekannt geworden, um so mehr haben wir eingesehen, daſs gleiche Zusammensetzungsweise Gleichheit in der geometrischen Form und (Aehnlichkeit) in den übrigen äuſseren Eigenschaften bedingt; aber gleichartige Verbindungsweisen verschiedenartiger Grundstoffe zu einer einzigen Species zu vereinigen, gehört zu den gröſsten Miſsgriffen, welche begangen werden konnten. Oder sollte es in der Mineralogie richtig seyn, aus krystallisirtem arseniksaurem und phosphorsaurem Natron (im Fall sie sich im Mineralreich fänden) *eine* Species zu machen, aus dem Grunde, weil sie wegen gleicher Form und äuſserer Eigenschaften nicht unterschieden werden können? So lange der naturhistorische Begriff von der Species in der Mineralogie beibehalten wird, werden solche Irrthümer nie aufhören. Die unorganische Natur ist der organischen in jeder Beziehung so ganz und gar unähnlich, daſs eine Classification dieser bis auf die letzte Spur aus jener vertilgt werden muſs. Ich sehe nur zu wohl ein, daſs ich dieſs noch allzufrüh äuſsere, um damit Gehör zu erlangen, aber einmal

Digitized by Google

muſs man doch anfangen, die Aufmerksamkeit nach dieser Seite zu richten, zumal die Chemie früher oder später ihr ausschlieſsendes Recht geltend machen wird, die in der unorganischen Natur vorkommenden Verbindungen zu ordnen.

Das chemische Mineralsystem, welches dereinst bestimmt ist, allgemein angenommen zu werden, bleibt noch aufzustellen. Da das Mineralsystem eine wissenschaftlich-chemische Aufstellung ist, so ist klar, daſs die Ordnung, welche bei der Behandlung der Hauptwissenschaft selbst befolgt wird, gleichfalls für die natürlichen unorganisch-chemischen Verbindungen gelten, und daſs man eben so viele chemische Mineralsysteme erhalten kann, als man verschiedene Aufstellungsweisen für das Lehrgebäude der Chemie bei den einzelnen Schriftstellern hat. Da die Mineralogie indessen als ein besonderer Wissenschaftstheil betrachtet wird, so zeigt sich's bald, daſs eine Anordnung, die sehr gut seyn kann, die Lehrsätze der Chemie nach einander darzustellen, doch vielleicht keinesweges die zweckmäſsigste ist, um die natürlichen unorganisch-chemischen Verbindungen zusammenzustellen, und daſs folglich die letztere mehr oder weniger von jener abweichen kann; und ebenso kann umgekehrt der passendste Aufstellungsgrund für ein Mineralsystem wenig dienlich seyn zur Anwendung auf eine Arbeit über die Chemie im Ganzen.

Die Gegenstände der Mineralogie theilen sich in rein unorganische und solche, die einstmals organische waren. Für jene muſs das chemische Princip ausschlieſslich angewandt werden, für diese ist das naturhistorische für den Augenblick anwendbarer als ein chemisches.

Die unorganische Abtheilung ist in dem Maaſse die gröſsere, daſs die Substanzen organischen Ursprungs kaum etwas Anderes als ein Anhang zu jener sind. Die unorganischen Gegenstände zerfallen in einfache und zusammengesetzte.

Obgleich nur wenige Grundstoffe isolirt im Mineralreich vorkommen, so muſs doch eine zu einem Mineralsystem passende systematische Aufstellung sie alle umfassen, wor-

Digitized by Google

auf dann die Anordnung bei der Aufstellung der Verbindungen im Mineralsystem beruht.

Behufs dieser Ordnung der Grundstoffe führt keine Eintheilung derselben in einzelne Gruppen zu einem für ein Mineralsystem anwendbaren Zweck. Ihre Eintheilung in Metalle und Metalloïde, und die der letzteren in Basenbildner (*elementa amphogenia*) und Salzbildner (*corpora halogenia*) muſs als etwas aus der Chemie bereits Bekanntes angenommen werden. Für das Mineralsystem braucht bloſs die Ordnung entworfen zu werden, in welcher sie auf einander folgen, und diese Ordnung ist für das System nichts anderes als ein Plan.

Eine solche Ordnung wird stets dann die vortheilhafteste seyn, wenn man mit den elektro-positivsten Grundstoffen anfängt, und sie mit den elektro-negativsten beschlieſst, und diese dabei ungefähr in der Art auf einander folgen läſst, wie die elektro-chemische Natur ihrer Oxyde immer weniger und weniger elektro-positiv wird. Daſs bei einer solchen Anordnung eine gewisse Unsicherheit in Betreff der rechten Stellung mancher Körper vor oder nach anderen entsteht, ist von der Chemie her bekannt, und kann durch nichts Anderes als eine erweiterte Kenntniſs vermieden werden, zu welcher wir noch nicht gelangt sind. Für diese muſs folglich die Anordnung als *conventionell* gelten, bis die Zeit kommt, wo sie vollkommen *rationell* werden kann.

Als eine solche conventionelle elektro-chemische Ordnung für die Grundstoffe möchte ich folgende vorschlagen:

Kalium	Beryllium	Eisen
Natrium	Aluminium	Nickel
Lithium	Zirkonium	Kobalt
Ammonium	Thorium	Zink
Baryum	Cer	Kadmium
Strontium	Lanthan	Zinn
Calcium	Didym	Blei
Magnesium	Uran	Wismuth
Yttrium	Mangan	Kupfer

Digitized by Google

Quecksilber	Kohlenstoff	Antimon
Silber	Bor	Arsenik
Palladium	Titan	Phosphor
Rhodium	Tantal	Stickstoff
Ruthenium	Niob	Selen
Iridium	Pelop	Schwefel
Platin	Wolfram	Sauerstoff
Osmium	Molybdän	Jod
Gold	Vanadin	Brom
Wasserstoff	Chrom	Chlor
Kiesel	Tellur	Fluor.

Ist diese Ordnung, oder eine andere möglicherweise noch bequemere und zugleich richtigere, angenommen, so ist das Mineralsystem auf Grund derselben leicht entworfen, und kann folgende Ordnungen enthalten:

1) *Grundstoffe*, aufgestellt in der Ordnung, wie sie in der Liste vorkommen.

2) *Verbindungen von Metallen unter sich*, aufgeführt in der Ordnung, daſs die Verbindung unter das Metall gesetzt werde, welches in der Liste später folgt; die binäre Verbindung zuerst, und dann deren Verbindungen mit einer anderen binären, im Fall solche vorkommen, von irgend einem in der Liste vorhergehenden Metall.

3) *Verbindungen der Grundstoffe mit Basenbildnern*, Seleniete, Sulfurete und Oxyde, mit Beachtung derselben Grundordnung der Hauptliste.

4) *Verbindungen der Grundstoffe mit Salzbildnern*, Haloïdsalze, und nach jedem einzelnen Salze die natürlichen Verbindungen, die es davon giebt, mit Wasser, mit dem Oxyd des Radicals und mit anderen Haloïdsalzen.

5) *Verbindungen elektro-positiver Oxyde* (*Basen*) *mit elektro-negativen Oxyden* (*Säuren*), Hydrate, Silicate, Carbonate (hinter denen das einzige natürliche Oxalat und Mellitat, was wir kennen, zu stehen kommen können), Borate, Titanate, Tantalate, Niobate, Wolframiate, Molybdate, Vanadate, Chromate, Antimoniate, Arseniate, Phosphate, Nitrate und Sulfate, mit ihren Verbindungen mit Wasser un-

Digitized by Google

mittelbar hinter dem wasserfreien Salze, und darnach ihre basischen Verbindungen, wasserfreie und wasserhaltige, und sodann ihre Doppelsalze mit Haloïd- und Sauerstoffsalzen von allen Salzen der auf der Liste vorhergehenden Metalle, in der Ordnung, wie das Radical der Basis in dem hinzukommenden Salze in der Liste aufgeführt ist.

Man dürfte hierbei die Bemerkung machen, daſs dieſs einfach und natürlich aussieht, aber nichtsdestoweniger in der Ausführung groſsen Schwierigkeiten unterliegt, welche, wie man bald finden wird, sich nicht wegräumen lassen. Soll man wohl aus Diamant, Graphit und Holzkohle, oder aus Rutil, Brookit und Anatas oder aus Kalkspath und Arragonit *eine* Species machen? worauf wohl kein eigentlicher Mineralog eingehen würde. Hierbei bemerke ich wieder, daſs unter den unorganischen Gegenständen des Mineralreichs sich nichts findet, was mit dem zu vergleichen wäre, was man in der Naturgeschichte unter Species versteht, und daſs dieser aus der letzteren entlehnte Begriff auf unorganische Körper durchaus unanwendbar ist, und von ihrer *wissenschaftlichen* Behandlung ganz und gar ausgeschlossen werden muſs. Man hat es hier ganz allein mit den Grundstoffen und ihren unorganischen Verbindungen zu thun. Diese sind es, welche systematisch geordnet werden sollen.

Allein Grundstoffe haben ihre verschiedenen allotropischen Modificationen, und Verbindungen haben ihre oft darauf beruhenden isomerischen Modificationen, und bei jedem Grundstoff oder bei jeder Verbindung, welche deren mehre hat, müssen dieselben zusammengestellt werden unter dem für sie angenommenen empirischen Namen, und in der Wissenschaft beschrieben werden nach ihrer Verschiedenheit in physischen und chemischen Eigenschaften. Dadurch, daſs man die für die unorganische Natur unpassenden Termini der organischen gegen chemische darauf vollkommen anwendbare austauscht, ist diese Schwierigkeit ganz und gar beseitigt.

Aber, fragt man, wie soll man mit den isomorphen Substitutionen verfahren? Die erste Bedingung ist, sie nicht

Digitized by Google

zu einer sogenannten Species zusammenzuschlagen, wie es jetzt geschieht, weil dieſs nichts Anderes heiſst, als sich eine Schwierigkeit oder vielmehr Unrichtigkeit verbergen, um deren Ueberwindung man sich nicht weiter kümmert. Der, welcher unter Augit als dieselbe Species $CS^2 + MS^2$ (ich benutze die bloſs mineralogischen Silicatformeln wegen der Leichtigkeit, mit der sie augenblicklich verstanden werden) und $CS^2 + fS^2$ aufführt, begeht denselben Fehler, wie der, welcher aus schwefelsaurer Kali-Talkerde und schwefelsaurem Kali-Eisenoxydul dasselbe Salz machen wollte, weil sie die nämliche Krystallform haben. Niemand würde das Letztere für recht halten, und doch haben dadurch Alle einen Umstand zugegeben, wonach das Frühere unrichtig ist.

Aber, wird man sagen, die Talkerde im Augit ist sehr oft nicht ganz und gar durch Eisenoxydul ersetzt; wohin soll die Verbindung nun gestellt werden? Sie ist ja doch ein Talkerdedoppelsalz, worin mehr oder weniger von der Talkerde substituirt ist durch eine andere Basis. Sie können und müssen zusammengestellt werden unter $CS^2 + MS^2$. — Lassen wir uns durch den Ausdruck *substituirt* nicht irre führen, er hat bloſs Bezug auf die Erklärung der gleichen Krystallformen, welche durch diesen Ausdruck, im Anfang der Vorstellungen über Isomorphie, leichter verstanden wurden. Der richtige wissenschaftliche Begriff davon liegt nicht in der Idee von der Substitution, sondern darin, daſs isomorphe Körper in ungleichen Verhältnissen gemischt zusammenkrystallisiren, ohne Rücksicht auf eine chemische Verbindung nach einer bestimmten Atomenanzahl. $CS^2 + \left.\begin{matrix}M\\f\end{matrix}\right\} S^2$ ist folglich ein Zusammenkrystallisiren von $CS^2 + MS^2$ und $CS^2 + fS^2$, und muſs zu derjenigen Basis, hier dem Eisenoxydul, gestellt werden, welche nach dem Grundplan zuletzt kommt. Es hängt natürlich von dem Urtheil eines Jeden ab, so kleine Quantitäten, die nur den in allen Mineralien vorkommenden fremden Einmischungen angehören, auſser Acht zu lassen.

Es giebt schwarze Augite, welche Thonerde und viel-

Digitized by Google

leicht auch Eisenoxyd enthalten, worin diese beiden die Rolle der Kieselsäure spielen. Gerade solche stellt man gewöhnlich unter die bunte Species Augit. Und doch sind es Zusammenkrystallisirungen von Silicat und Aluminat, welche mehr als vieles Andere beweisen, wie unrecht es ist, eine Species aus so vielen in der Zusammensetzungsweise gleichen, in den Bestandtheilen aber höchst verschiedenen chemischen Verbindungen zu machen. Sie müssen als eine Zusammenkrystallisirung von Aluminat und Silicat betrachtet werden.

Viele Mineralogen werden es ohne Zweifel für eine groſse Lächerlichkeit halten, die Augite an mehren Stellen des Mineralsystems placiren zu wollen. Aber wir classificiren nicht Formen ohne Verbindungen, und da gleiche Verbindungsweisen zwischen verschiedenartigen Grundstoffen oft dieselben Krystallformen haben, so ist es klar, daſs diese Krystallformen an mehren Stellen wiederkehren müssen, und dieſs gilt nicht bloſs für die Form des Augits, sondern ebenso für mehre andere Krystallformen. Wenn diese Grundsätze bei der Aufstellung des chemischen Mineralsystems befolgt werden, so bin ich überzeugt, daſs sehr wenige Schwierigkeiten bei der Ausführung des Einzelnen sich zeigen dürften.

II. *Versuch einer speciellen Ausführung des chemischen Mineralsystems nach Berzelius's Princip; von C. F. Rammelsberg.*

A. Mineralien unorganischer Natur.

I. Grundstoffe.

Gediegen Eisen	Fe
Gediegen Blei	Pb
Gediegen Wismuth	Bi

Gediegen Kupfer	Cu
Gediegen Quecksilber	Hg
Gediegen Silber	Ag
Gediegen Palladium	Pd
Gediegen Platin	Pt [1])
Gediegen Gold	Au [2])
Kohlenstoff	C
a) Diamant	
b) Graphit	
Gediegen Tellur	Te [3])
Gediegen Antimon	Sb
Gediegen Arsenik	As
Gediegener Schwefel	S
Selenschwefel	S, Se.

II. Verbindungen von Metallen unter sich.

(Manche hier stehende Substanzen sind keine Verbindungen, sondern Mischungen isomorpher Metalle.)

Meteoreisen	Fe, Ni, Co
Amalgam	
a) V. Allemont, Moschellandsberg	$AgHg^2$
b) V. Moschellandsberg	$AgHg^3$
Platin-Irid (gediegen Iridium)	Ir, Pt
Osmium-Irid	IrOs
	und $IrOs^3$
Silbergold s. ged. Gold.	
Palladiumgold	Pd, Au.

Antimonnickel	Ni^2Sb
Antimonsilber	
	a) Ag^4Sb
	b) Ag^6Sb.

1) Enthält aufserdem Fe, Rh, Rt, Ir, Pd, Os. Svanberg nimmt darin Verbindungen $FePt^2$, $FePt^3$ und $FePt^4$ an.

2) Fast immer mit dem ihm isomorphen Ag gemischt.

3) Gewöhnlich mit Au, Te gemengt.

Arsenikmangan	Mn^2As (?)
Arsenikeisen	
	a) $FeAs$
	b) $Fe^4As^3 = Fe^2As + 2FeAs$
Arseniknickel	
a) Rothnickelkies (Kupfernickel)	Ni^2As
b) Weiſsnickelkies und Chloanthit	$NiAs$
Arsenikkobalt	
a) Speiſskobalt	$CoAs$
b) Tesseralkies	Co^2As^3
Arsenikkupfer (aus Chile)	Cu^3As [1])
Arseniksilber	Ag, As [2])
Arsenikantimon	$SbAs^3$.

III. Verbindungen der Grundstoffe mit Säuren- und Basenbildnern (Tellur-, Selen-, Schwefel- und Sauerstoffverbindungen).

A. Tellurmetalle.

Tellurblei (Blättererz)	$PbTe$ [3])
Tellurwismuth	Bi, Te
Tellursilber	$AgTe$ und $(Ag, Au) Te$
Schrifterz	$AgTe + 2AuTe^3$
Weiſstellur	$(Ag, Pb)^2 (Te, Sb) + 2Au (Te, Sb)^3$.

B. Selenmetalle.

Selenblei	$PbSe$
Selenkupfer	$CuSe$
Selenquecksilber	Hg, Se
Selensilber	$AgSe$
Selenkobaltblei	$CoSe + 6PbSe$
Selenkupferblei	
	a) $CuSe + PbSe$
	b) $CuSe + 2PbSe$
	c) $CuSe + 4PbSe$

1) Der *Condurrit* scheint aus einer Verbindung $Cu\,As^3$ entstanden zu seyn.

2) Die Existenz dieser Verbindung ist noch nicht sicher erwiesen.

3) Blättererz ist nichts als $PbTe$, gemengt mit $AuTe^3$ und PbS.

Digitized by Google

Selenquecksilberblei	Pb, Hg, Se
Eukairit	Ꞓu Se + Ag Se.

C. Schwefelmetalle.

1. Einfache Schwefelmetalle (Sulfurete, Supersulfurete und Sulfide).

Manganglanz	$\overset{\prime}{\text{Mn}}$
Hauerit	$\overset{\prime\prime}{\text{Mn}}$
Magnetkies	$\overset{\prime}{\text{Fe}}$
Eisenbisulfuret	$\overset{\prime\prime}{\text{Fe}}$
a) Schwefelkies	
b) Speerkies	
Haarkies	$\overset{\prime}{\text{Ni}}$
Eisennickelkies	(Fe, Ni) S oder $\overset{\prime}{\text{Ni}}\overset{\prime}{\text{Fe}}^2$
Kobaltsulfuret	$\overset{\prime}{\text{Co}}$
Kobaltkies	$\overset{\prime\prime\prime}{\text{Ꞓo}}$ oder viell. $\overset{\prime}{\text{Co}}\overset{\prime\prime\prime}{\text{Ꞓo}}$ [1])
Zinkblende	$\overset{\prime}{\text{Zn}}$
Greenockit	$\overset{\prime}{\text{Cd}}$
Bleiglanz	$\overset{\prime}{\text{Pb}}$
Wismuthglanz	$\overset{\prime\prime\prime}{\text{Ƀi}}$ [2])
Kupferglanz	$\overset{\prime}{\text{Ꞓu}}$
Kupferindig	$\overset{\prime}{\text{Cu}}$
Zinnober	$\overset{\prime}{\text{Hg}}$
Silberglanz	$\overset{\prime}{\text{Ag}}$
Silberkupferglanz	$\overset{\prime}{\text{Ag}}\overset{\prime}{\text{Ꞓu}}$
Molybdänglanz	$\overset{\prime\prime}{\text{Mo}}$
Antimonglanz	$\overset{\prime\prime\prime}{\text{Sb}}$
Realgar	$\overset{\prime\prime}{\text{As}}$
Auripigment	$\overset{\prime\prime\prime}{\text{As}}$

2.

1) S. unten Nickelwismuthglanz.

2) Der von Bispberg ist vielleicht $\overset{\prime\prime}{\text{Ƀi}}$.

2. **Verbindungen zweier elektro-chemisch differenten Schwefelmetalle (Schwefelsalze und Doppelsalze derselben).**

Digenit	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}\,\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}^{3}$
Kupferkies	$\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{F}}\mathrm{e}}$
Buntkupfererz	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{F}}\mathrm{e}}$ (oft gemengt mit $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}$)
Zinnkies	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^{2}\,\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}}+(\overset{\prime}{\mathrm{Fe}},\overset{\prime}{\mathrm{Zn}})^{2}\,\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}}$
Cuproplumbit	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{2}$
Nickelwismuthglanz	$\overset{\prime}{\mathrm{Ni}}\,(\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{N}}\mathrm{i}},\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}})$? [1])
Kupferwismutherz	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^{2}\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}}$?
Nadelerz	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}}+2\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}}$
Sternbergit	$\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}^{2}$?

Berthierit	
a) V. Chazelles	$\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}^{3}\,\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sb}}^{2}$
b) V. Anglar, Bräunsdorf	$\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}$
c) V. Martouret	$\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}^{4}$
Zinckenit	$\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}$
Plagionit	$\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{4}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}^{3}=3\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$
Jamesonit	$\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}^{2}=2\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$
Federerz	$\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{2}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}=\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$
Boulangerit	$\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}=\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+2\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$
Geokronit *)	$\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{5}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}=\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+4\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$. Vgl. 2.
Kilbrickenit	$\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{6}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}=\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+5\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$
Kobellit	$\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}^{2}+\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}}$
Kupferantimonglanz	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}$
Bournonit	$\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+2\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}$
Miargyrit	$\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}$
Antimonsilberblende * (dunkl. Rothgültigerz)	$\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}=\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+2\,\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}$

1) Die Isomorphie des N. und des Kobaltkieses spricht für die Formel $\overset{\prime}{\mathrm{R}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{R}}}$.

*) Die mit einem * bezeichneten Mineralien kommen wegen isomorpher Bestandtheile an den beigefügten Stellen des Systems vor.

Sprödglaserz	$\overset{\prime}{Ag}{}^{6}\overset{\prime\prime\prime}{Sb} = \overset{\prime}{Ag}\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + 5\overset{\prime}{Ag}$
Schilfglaserz	$\overset{\prime}{Pb}\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + 2(\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime}{Ag})^{3}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ [1])
Steinmannit	Ag, Pb, Sb, S. Zpp.
Polybasit	$(\overset{\prime}{Ag}, \overset{\prime}{Cu})^{9}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$
Antimonfahlerz * (Fahlerz z. Th.)	$(\overset{\prime}{Fe}, \overset{\prime}{Zn})^{4}\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + 2(\overset{\prime}{Cu}, \overset{\prime}{Ag})^{4}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ [2])
Weiſsgültigerz	$(\overset{\prime}{Fe}, \overset{\prime}{Zn}, \overset{\prime}{Cu})^{4}\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + (\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime}{Ag})^{4}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

Dufrenoysit	$\overset{\prime}{Pb}{}^{2}\overset{\prime\prime\prime}{As}$
Kupferblende	$(\overset{\prime}{Cu}, \overset{\prime}{Zn}, \overset{\prime}{Fe})^{4}\overset{\prime\prime\prime}{As}$
Tennantit	$(\overset{\prime}{Fe}, \overset{\prime}{Cu})^{4}\overset{\prime\prime\prime}{As} + 2\overset{\prime}{Cu}{}^{4}\overset{\prime\prime\prime}{As}$
Arsenikfahlerz * (Fahlerz z. Th.)	$(\overset{\prime}{Fe}, \overset{\prime}{Zn})^{4}\overset{\prime\prime\prime}{As} + 2\overset{\prime}{Cu}{}^{4}\overset{\prime\prime\prime}{As}$
Arseniksilberblende * (Lichtes Rothgültigerz)	$\overset{\prime}{Ag}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{As}$
Xanthokon	$\overset{\prime}{Ag}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime\prime\prime}{As} + 2\overset{\prime}{Ag}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{As}$
Geokronit *	$\overset{\prime}{Pb}{}^{5}(\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As})$
Bleischimmer	Pb, Sb, As, S
Antimonkupferglanz (Prismatoid. Kupferglanz)	Pb, Cu, Sb, As, S ?
Fahlerz z. Th. *	$\overset{\prime}{R}{}^{4}(\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As}) + 2\overset{\prime}{Cu}{}^{4}(\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As})$.

3. Schwefel- und Tellurverbindungen.

Tetradymit	
a) V. Schemnitz	$\overset{\prime\prime\prime}{Bi} + 2 Bi Te^{3}$
b) V. Brasilien	$\overset{\prime\prime\prime}{Bi} + 3 Bi Te$.

1) Diese mit der Analyse gut übereinstimmende Formel repräsentirt im ersten Gliede Zinckenit, im zweiten Boulangerit und Rothgültigerz, und müſste eigentlich geschrieben werden: $\overset{\prime}{Pb}\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + \left\{\begin{array}{l}\overset{\prime}{Pb}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{Sb} \\ \overset{\prime}{Ag}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}\end{array}\right.$

2) Enthält zuweilen auſserdem $\overset{\prime}{Hg}$.

Digitized by Google

4. **Schwefel- und Antimon-(Arsenik-)verbindungen.**

Arsenikkies (Plinian, Brthpt.)	$\overset{''}{Fe} + FeAs$
Antimonnickelglanz	$\overset{''}{Ni} + NiSb$
Arseniknickelglanz	$\overset{''}{Ni} + NiAs$
Gersdorffit	(Ni, Fe) (S, As), Löwe.
Amoibit	$Ni^4 (S, As)^3$?
Kobaltglanz	$\overset{''}{Co} + CoAs$
Kobaltarsenikkies	$(\overset{''}{Co}, \overset{''}{Fe}) + (Co, Fe)As$.

D. **Oxyde.** (Wasserfreie und Hydrate. Einfache Oxyde und Verbindungen derselben, welche nicht den Charakter von Salzen an sich tragen.)

Brucit (Talkhydrat)	$\dot{Mg}\dot{\bar{H}}$
Korund	$\dddot{\bar{Al}}$
Diaspor	$\dddot{\bar{Al}}\dot{\bar{H}}$
Hydrargillit	$\dddot{\bar{Al}}\dot{\bar{H}}^3$
Spinell	$\dot{Mg}\dddot{\bar{Al}}$
Völknerit	$\dot{Mg}^6\dddot{\bar{Al}} + 15\dot{\bar{H}} = \dot{Mg}\dddot{\bar{Al}} + 5\dot{Mg}\dot{\bar{H}}^3$
Chrysoberyll	$\dot{Be}\dddot{\bar{Al}}$
Pechblende	$\dot{U}\dddot{\bar{U}}$
Uranocker	$\dddot{\bar{U}}, \dot{\bar{H}}$
Braunit	$\dddot{\bar{Mn}}$
Manganit	$\dddot{\bar{Mn}}\dot{\bar{H}}$
Hausmannit	$\dot{Mn}\dddot{\bar{Mn}}$
Polianit, **Pyrolusit**	$\ddot{Mn}$
Groroilit	$\ddot{Mn}\dot{\bar{H}}$?
Psilomelan, **Wad**	$\dot{Mn}\ddot{Mn}^2 + \dot{\bar{H}}$ und $3\dot{\bar{H}}$ [1])
Eisenglanz, **Rotheisenstein**	$\dddot{\bar{Fe}}$

1) $\dot{Mn}$ theilweise ersetzt durch $\dot{Cu}$, $\dot{Co}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ba}$, $\dot{K}$.

Brauneisenstein	
a) Nadeleisenerz etc.	$\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}\dot{\bar{\mathrm{H}}}$
b) Brauner Glaskopf etc.	$\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}^{2}\dot{\bar{\mathrm{H}}}^{3}$
c) Turgit	$\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}^{2}\dot{\bar{\mathrm{H}}}$?
Magneteisen	$\dot{\mathrm{Fe}}\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}$
Periklas	$\dot{\mathrm{Mg}}\,(\dot{\mathrm{Fe}})$
Pleonast	$(\dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{Fe}})\,\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}$
Chlorospinell	$\dot{\mathrm{Mg}}\,(\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}, \dddot{\bar{\mathrm{Fe}}})$
Rothzinkerz	$\dot{\mathrm{Zn}}$?
Gahnit	$(\dot{\mathrm{Zn}}, \dot{\mathrm{Fe}})\,\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}$
Franklinit	$(\dot{\mathrm{Zn}}, \dot{\mathrm{Fe}}, \dot{\mathrm{Mn}})\,(\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}, \dddot{\bar{\mathrm{Mn}}})$
Zinnstein	$\ddot{\mathrm{Sn}}$
Bleioxyd	$\dot{\mathrm{Pb}}$
Mennige	$\dot{\mathrm{Pb}}\dddot{\bar{\mathrm{Pb}}}$ oder $\dot{\mathrm{Pb}}^{2}\ddot{\mathrm{Pb}}$
Schwerbleierz	$\ddot{\mathrm{Pb}}$
Wismuthocker	$\dddot{\bar{\mathrm{Bi}}}$
Rothkupfererz, Kupferblüthe	$\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$
Tenorit	$\dot{\mathrm{Cu}}$
Kupfermanganerz	$(\dot{\mathrm{Mn}}, \dot{\mathrm{Cu}})\,\ddot{\mathrm{Mn}}^{2} + 2\dot{\bar{\mathrm{H}}}$
Erdkobalt, schwarzer	$(\dot{\mathrm{Co}}, \dot{\mathrm{Cu}})\,\ddot{\mathrm{Mn}}^{2} + 4\dot{\bar{\mathrm{H}}}$
Quarz, Haytorit	$\dddot{\mathrm{Si}}$
Opal	$\dddot{\mathrm{Si}}, \dot{\bar{\mathrm{H}}}$
Sassolin	$\dddot{\mathrm{B}}\dot{\bar{\mathrm{H}}}^{3}$
Titansäure	$\ddot{\mathrm{Ti}}$
a) Rutil	
b) Brookit	
c) Anatas	
Wolframocker	$\dddot{\mathrm{W}}$
Molybdänocker	$\dddot{\mathrm{Mo}}$
Chromeisen	$(\dot{\mathrm{Fe}}, \dot{\mathrm{Mg}})\,(\dddot{\bar{\mathrm{Cr}}}, \dddot{\bar{\mathrm{Al}}})$

Digitized by Google

Irit	$(\dot{Ir}, \dot{Os}, \dot{Fe})(\dddot{Ir}, \dddot{Os}, \dddot{Cr})$?
Tellurocker	$\ddot{Te}$
Antimonblüthe	$\dddot{Sb}$
Antimonocker	$\dddot{Sb}\,\ddddot{Sb} + 2\dot{H}$. Viell. auch $\ddot{Sb}, \dot{H}$
Arsenikblüthe	$\dddot{As}$.

E. **Verbindungen von Schwefelmetallen und Oxyden. (Oxysulfurete.)**

Voltzit	$\dot{Zn}\,\acute{Zn}^4$
Antimonblende	$\dddot{Sb}\,\overset{'''}{Sb}^2$.

IV. Verbindungen der Grundstoffe mit Salzbildnern. (Haloïdsalze.)

A. Jodverbindungen.

Jodquecksilber	$Hg J$?
Jodsilber	$Ag J$.

B. Bromverbindungen.

Bromsilber	$Ag Br$.

C. Chlorverbindungen.

Steinsalz	$Na Cl$
Salmiak	$N H^4 Cl$
Cotunnit	$Pb Cl$
Mendiffit	$Pb Cl + 2\dot{Pb}$
Atakamit	$Cu Cl + 3\dot{Cu}\dot{H}$ und
	$(Cu Cl + 3\dot{H}) + 3\dot{Cu}\dot{H}$
Quecksilberhornerz	$Hg Cl$
Silberhornerz	$Ag Cl$.

D. Fluorverbindungen.

Fluſsspath	$Ca Fl$
Kryolith	$3 Na Fl + Al Fl^3$
Chiolith	$3 Na Fl + 2 Al Fl^3$ Herm., oder
	$2 Na Fl + Al Fl^3$ Chodn.

Digitized by Google

Yttrocerit	$(Ca, Ce, Y)\,Fl$
Fluocerit	
a) neutraler	$CeFl$, $\bar{C}e\,Fl^3$
b) basischer	$\bar{C}e\,Fl^3 + 3\,\dddot{\bar{C}e}\,H$.

V. Verbindungen zweier elektro-chemisch-differenten Oxyde. (Sauerstoffsalze. Doppelsalze.)

I. Kieselsaure Salze (Silicate).

1. Silicate von Kalkerde.

Okenit	$\dot{C}a^3\dddot{S}i^4 + 6\dot{H}$ [1])
Kalktrisilicat (von Gjellebäck)	$\dot{C}a\dddot{S}i$
Wollastonit	$\dot{C}a^3\dddot{S}i^2$.

2. Silicate von Kalkerde und Alkali.

Pektolith	$[3(\dot{N}a, \dot{K})\dddot{S}i + 4\dot{C}a^3\dddot{S}i^2] + 3\dot{H}$.

3. Silicate von Talkerde.

Talk	$\dot{M}g^3\dddot{S}i^2 + 3\dot{M}g\dddot{S}i$
Speckstein [2])	$\dot{M}g^3\dddot{S}i^2 + 6\dot{M}g\dddot{S}i$
Meerschaum	$\dot{M}g\dddot{S}i + \dot{H}$ oder $2\dot{H}$
Aphrodit	$\dot{M}g^3\dddot{S}i^2 + 2\dot{H} = (2\dot{M}g\dddot{S}i + \dot{H}) + \dot{M}g\dot{H}$
Gymnit	$\dot{M}g^2\dddot{S}i + 3\dot{H} = (\dot{M}g\dddot{S}i + 2\dot{H}) + \dot{M}g\dot{H}$
Spadait	$\dot{M}g^5\dddot{S}i^4 + 4\dot{H} = (4\dot{M}g\dddot{S}i + 3\dot{H}) + \dot{M}g\dot{H}$
Pikrosmin	$2\dot{M}g^3\dddot{S}i^2 + 3\dot{H} = (4\dot{M}g\dddot{S}i + \dot{H}) + 2\dot{M}g\dot{H}$
Kerolith *	$\dot{M}g$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$. Vgl. 19.

4. Silicate von Talkerde und Natron.

Retinalith	$(2\dot{N}a\dddot{S}i + \dot{M}g^3\dddot{S}i) + 8\dot{H}$.

1) Ist zugleich die Formel des Apophyllits ohne Rücksicht auf den Fluorgehalt, in welchem $\dot{C}a$ und $\dot{K}$ die Basen sind.

2) Diese Formeln für Talk und Speckstein entsprechen den Analysen am besten. Denn das Mittel derer von Lychnell und Kersten für den letzteren giebt das Sauerstoffverhältniſs $= 1 : 2\frac{2}{3}$, und das von v. Kobell, Delesse und Marignac giebt für den Talk $1 : 2{,}48$, d. h. fast $1 : 2\frac{1}{2}$.

Digitized by Google

5. Silicate von Talkerde und Kalkerde.

Diopsid (Malakolith, Augit z. Th.*)	$\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + \dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 30. 31. 32. 40. 46.
Tremolith (Strahlstein, Hornblende*, Nephrit u. Asbest z. Th.)	$\dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$. Vielleicht auch $3\dot{R}\dddot{Si} + 2\dot{R}^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 29. 31. 33. 40.

6. Silicate von Beryllerde.

Phenakit	$\dot{Be}^3\dddot{Si}$.

7. Silicate von Thonerde.

Agalmatolith *	$\dddot{Al}\dddot{Si}^3$. Vgl. 8.
Pyrophyllit *	$\dddot{Al}\dddot{Si}^3 + 3\dot{H}$ [1]). Vgl. 19.
Razoumowskin	$\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}$
Xenolith, Bucholzit?, Sillimanit?	$\dddot{Al}\dddot{Si}$
Pholerit	$\dddot{Al}\dddot{Si} + 2\dot{H}$
Bamlit	$\dddot{Al}^2\dddot{Si}^3$
Kaolin von Passau	$\dddot{Al}^2\dddot{Si}^3 + 6\dot{H}$
Cyanit, Pseudom. Andalusit, Sillimanit?	$\dddot{Al}^3\dddot{Si}^2 = \dddot{Al}\dddot{Si} + \dddot{Al}^2\dddot{Si}$ [2])
Andalusit, Chiastolith, Fibrolith?	$\dddot{Al}^4\dddot{Si}^3 = 2\dddot{Al}\dddot{Si} + \dddot{Al}^2\dddot{Si}$ [3])

1) Dieses Resultat folgt aus meiner Analyse des Pyr. von Spaa. Dieselbe Zusammensetzung haben thonige Zersetzungs- und Umbildungsmassen, z. B. der Cimolit vom Ural, die Afterkrystalle des Augits von Bilin, manche Arten Bol u. s. w.

2) Dieselbe Formel hat das *Talksteinmark*, obwohl dasselbe vielleicht ein Zersetzungsresiduum ist.

3) Die dem Cyanit und Andalusit sich anreihenden, mit den Namen: Bucholzit, Fibrolith, Sillimanit, Xenolith, bezeichneten Mineralien sind noch

Digitized by Google

Wörthit	$\dddot{Al}^6\dddot{Si}^5 + 3\bar{H} = 5\dddot{Al}\dddot{Si} + \dddot{Al}\bar{H}^3$
Allophan	$\dddot{Al}^8\dddot{Si}^2 + 15\bar{H}$ und $20\bar{H}$

nicht sicher bestimmt. Der eigentliche unveränderte *Andalusit* (von Lisens) und der *Chiastolith* sind nach Bunsen und A. Erdmann $= \dddot{Al}^4\dddot{Si}^3$. Der *Cyanit* (vom St. Gotthardt, von Röraas, vom Greiner und aus Tyrol) ist nach den übereinstimmenden Versuchen von Rosales, Arfvedson, Erdmann, Jacobson und Marignac $= \dddot{Al}^3\dddot{Si}^2$. Die mit dem Namen *Andalusit* bezeichneten Substanzen von Herzogau, Fahlun und Meiſsen, welche Bucholz, A. Erdmann und Kersten untersucht haben, haben gleichfalls die Zusammensetzung des Cyanits, und sind wahrscheinlich pseudomorphe Bildungen. Der *Fibrolith* von Chester ist nach A. Erdmann $\dddot{Al}^4\dddot{Si}^3$, also = Andalusit, während Thomson's *Bucholzit* von demselben Fundorte, und Brandes's B. von Faltigl die Formel $\dddot{Al}\dddot{Si}$ geben. Dem Verhältniſs $\dddot{Al}^5\dddot{Si}^4$ entsprechen Vanuxem's *Fibrolith* von Chester, so wie der Cyanit vom St. Gotthardt und aus Massachusets nach Ebendesselben und Klaproth's Analysen. Eben so unsicher ist die Zusammensetzung des *Sillimanits*, der nach Bowen $= \dddot{Al}^7\dddot{Si}^6$, nach Staaf $= \dddot{Al}^3\dddot{Si}^2$, nach Thomson $= \dddot{Al}\dddot{Si}$ ist. Der *Xenolith* endlich ist nach Komonen $= \dddot{Al}\dddot{Si}$.

Folgende Uebersicht zeigt diese Verhältnisse:

$\dddot{Al}^4\dddot{Si}^3$.

1) Andalusit von Lisens; 2) Chiastolith; 3) Fibrolith von Chester.

$\dddot{Al}^3\dddot{Si}^2$.

1) Cyanit vom St. Gotthardt, Röraas, Tyrol, Greiner; 2) sogen. Andalusit von Herzogau, Fahlun, Meiſsen; 3) Sillimanit (nach Staaf).

$\dddot{Al}\dddot{Si}$.

1) Bucholzit von Faltigl und Chester; 2) Sillimanit (nach Thomson); 3) Xenolith.

$\dddot{Al}^5\dddot{Si}^4$.

1) Cyanit vom St. Gotthardt, von Massachusets; 2) Fibrolith von Chester (nach Vanuxem).

$\dddot{Al}^7\dddot{Si}^6$.

Sillimanit (nach Bowen).

Unstreitig haben die beiden letzten Formeln keine groſse Wahrscheinlichkeit für sich.

Blum vereinigt mineralogisch Sillimanit und Xenolith, Dana den Bucholzit und Xenolith, während er den Fibrolith theils diesem, theils dem Cyanit zurechnet. Neue Untersuchungen von Bucholzit, Fibrolith und Sillimanit sind daher unumgänglich nothwendig.

Digitized by Google

Opalin-Allophan	$(\dddot{Al}^2\dddot{Si}+12\dot{H})+2\dddot{Al}\dot{H}^3$
Kaolin	$\dddot{Al}^3\dddot{Si}^4+6\dot{H}$, Forchh.
	$\dddot{Al}\dddot{Si}+2\dot{H}$, Brongn., Malag.
Bol z. Th., Catlinit, Cimolit, Collyrit, Halloysit, Lenzinit, Nontronit, Steinmark, Tuesit u.s.w.	$\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

8. Silicate von Thonerde und Kali.

Kalifeldspath (Orthoklas)	$\dot{K}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^3$
Leucit	$\dot{K}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{Al}\dddot{Si}^2$
Damourit	$(\dot{K}\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si})+2\dot{H}=(\dot{K}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^3)+2\dddot{Al}\dot{H}$
Agalmatolith *	$\dddot{Al}$, $\dot{K}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$. Vgl. 7.

9. Silicate von Thonerde und Natron.

Natronfeldspath (Albit z. Th.)	$\dot{Na}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^3$
Mesotyp (Natrolith)	$(\dot{Na}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si})+2\dot{H}$
Lehuntit	$(\dot{Na}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si})+3\dot{H}$
Analcim *	$(\dot{Na}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{Al}\dddot{Si}^2)+6\dot{H}$. Vgl. 17.

10. Silicate von Thonerde, Kali und Natron.

Kali-Natronfeldspath (Periklin und Albit z. Th., glasig. Feldspath)	$(\dot{K}, \dot{Na})\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^3$
Ryakolith	$(\dot{Na}, \dot{K})\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$
Nephelin (Eläolith)	$(\dot{Na}, \dot{K})^2\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Herschelit	$[(\dot{Na}, \dot{K})^3\dddot{Si}^2+3\dddot{Al}\dddot{Si}^2]+15\dot{H}$
Pollux, Brthpt.	$\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

11. Silicate von Thonerde und Lithion.

Kastor, Brthpt.	$\dot{Li}\,\dddot{Si}^3 + 2\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^3$
Zygadit, Br.	$\dot{Li}$, $\overset{\cdots}{Al}$, $\dddot{Si}$.

12. Silicate von Thonerde, Natron und Lithion.

Petalit	$(\dot{Li}, \dot{Na})^3\,\dddot{Si}^4 + 4\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^4$
Spodumen	$(\dot{Li}, \dot{Na})^3\,\dddot{Si}^4 + 4\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^2$.

13. Silicate von Thonerde und Baryterde.

Harmotom	$(\dot{Ba}^3\,\dddot{Si}^2 + 4\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^2) + 18\,\dot{H}$ [1]).

14. Silicate von Thonerde, Baryt- und Strontianerde.

Brewsterit	$[(\dot{Sr}, \dot{Ba})\,\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^3] + 5\,\dot{H}$ [2]).

15. Silicate von Thonerde und Kalkerde.

Aedelforsit	$(\dot{Ca}\,\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^3) + 4\,\dot{H}$
Stilbit	$(\dot{Ca}\,\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^3) + 6\,\dot{H}$
Heulandit (Beaumontit)	$(3\,\dot{Ca}\,\dddot{Si} + 4\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^3) + 18\,\dot{H}$ oder $21\,\dot{H}$
Leonhardit	$(3\,\dot{Ca}\,\dddot{Si} + 4\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^2) + 15\,\dot{H}$
Phakolith	$(2\,\dot{Ca}\,\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}{}^2\,\dddot{Si}^3) + 9\,\dot{H}$
	$= \left\{\begin{matrix} (\dot{Ca}\,\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}) + 3\,\dot{H} \\ (\dot{Ca}\,\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^2) + 6\,\dot{H} \end{matrix}\right\}$ [3])
Scolecit, Caporcianit [4])	$(\dot{Ca}\,\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}) + 3\,\dot{H}$

1) Dieſs ist v. Kobell's Formel. Die minder einfache von Köhler ist $(2\,\dot{Ba}^3\,\dddot{Si}^4 + 7\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^2) + 36\,\dot{H}$.

2) Diese Formel halte ich, da sie den Analysen ziemlich gut entspricht, für wahrscheinlicher als die frühere $3\,\dot{R}\,\dddot{Si} + 4\,\overset{\cdots}{Al}\,\dddot{Si}^3) + 18\,\dot{H}$.

3) Diese aus meiner Analyse abgeleitete Formel bezeichnet den Ph. als eine Verbindung von Scolecit und Chabasit (d. h. mit höherem Kieselgehalt). Die Analyse von Anderson weicht nur darin ab, daſs das Sauerstoffverhältniſs von $\dot{Ca}$ und $\overset{\cdots}{Al}$ = 1 : 2 ist.

4) Ist wohl in seiner Zusammensetzung mit dem Scolecit identisch, obgleich Anderson's Analyse etwas mehr $\dddot{Si}$ angiebt.

Digitized by Google

Poonahlit	$(3\dot{Ca}\dddot{Si} + 5\dddot{Al}\dddot{Si}) + 12\dot{H}$
Chabasit	
	a) $(\dot{Ca}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 6\dot{H}$
	b) $(\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 18\dot{H}$
Laumontit	$(\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 12\dot{H}$ [1])
Barsowit	$\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$
Glottalith	$(\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + \dddot{Al}\dddot{Si}) + 9\dot{H}$
Mejonit	$\dot{Ca}^3\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Wernerit, Anorthit	$\dot{Ca}^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$ [2])
Alumocalcit, Edingtonit, Sphärostilbit?, Hypostilbit?	$\dot{Ca}, \dddot{Al}, \dddot{Si}, \dot{H}$.

16. Silicate von Thonerde, Kalkerde und Kali.

Phillipsit (v. Vesuv)*	$[(\dot{K}, \dot{Ca})\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}] + 7\dot{H}$, Marign.
Antrimolith	$(\dot{R}\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si}) + 5\dot{H}$ [3]). Vgl. 18
Phillipsit * (Kalkharmotom)	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 4\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 18\dot{H}$, Köhler. Vgl. 18.
Polyargit	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 5\dddot{Al}\dddot{Si}) + 4\dot{H}$
Zeagonit (Gismondin)	$(\dot{R}^2\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si}) + 9\dot{H}$, Marign.
	$(3\dot{R}\dddot{Si} + 4\dddot{Al}\dddot{Si}) + 15\dot{H}$, v. Kobell [4]).

1) Dieser Formel entsprechen die neueren Analysen. Der frühere Ausdruck war $(\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 4\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 18\dot{H}$, analog dem Baryt-Harmotom (v. Kobell) und dem Kalk-Harmotom oder Phillipsit (Köhler).

2) Mit dem Anorthit stimmen die Wernerite von Pargas und Tunaberg (nach Walmstedt und Nordenskiöld) überein. Wolf's Analyse des ersteren zeigt aber das Sauerstoffverhältniſs von 1 : 3 : $4\frac{1}{2}$, daher Derselbe die Formel $\dot{Ca}^2\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si}$ vorgeschlagen hat.

3) Die Formel steht noch nicht mit Sicherheit fest. $(3\dot{R}\dddot{Si} + 5\dddot{Al}\dddot{Si}) + 15\dot{H}$ entspricht der Analyse noch mehr.

4) Beider Analysen differiren wesentlich. Nach Berzelius dürfte v. Kobell ein Gemenge von G. mit Phillipsit untersucht haben.

17. Silicate von Thonerde, Kalkerde und Natron.

Analcim * (Ledererit, Kalk-Analcim)	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 6\dot{H}$.	Vgl. 9.
Faujasit	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^4 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 24\dot{H}$	
Epistilbit	$(\dot{R}\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^3) + 5\dot{H}$	
Oligoklas (Loxoklas, Hafnefjordit)	$\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^2$	
Labrador	$\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$	
Mesolith (Harringtonit?)	$[(\dot{Na}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}) + 2\dot{H}] + n[(\dot{Ca}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}) + 3\dot{H}]$ [1])	
Porzellanspath *	$\left\{ \begin{array}{l} \dot{Na}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si} \\ + \dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si} \end{array} \right\}$	Vgl. Silic. mit Chlormetallen.
Andesin	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2$	
Saccharit	$2(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 3\dot{H}$	
Gmelinit	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 18\dot{H}$	
Skapolith	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si}$	
Brevicit	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}) + 6\dot{H}$	
Mesole	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}) + 8\dot{H}$?	
Sarkolith	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$	
Indianit	$\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$	
Thomsonit (Comptonit)	$(\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}) + 7\dot{H}$.	

18. Silicate von Thonerde, Kalkerde, Natron und Kali.

Phillipsit * (v. Irland) $(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2) + 15\dot{H}$. Vgl. 16.

1) Die Mesolithe sind Verbindungen von Mesotyp und Scolecit, wo n gewöhnlich = 1 oder 2 ist. Der zu den ersteren gehörige M. von Hauenstein hat bei der Analyse einen etwas zu grofsen Wassergehalt gegeben.

19. Silicate von Thonerde und Talkerde.

Seifenstein *a*) $(2\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2+\dddot{Al}\dddot{Si})+6\dot{H}$ und $10\dot{H}$

b) $\left\{\begin{array}{l}(3\dot{Mg}^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si})+3\dot{H}\\+4(\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2)+3\dot{H}\end{array}\right.$ [1])

Pyrophyllit * $(\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2+9\dddot{Al}\dddot{Si}^2)+9\dot{H}$. Vgl. 7. [2])

Metaxit (Pyrosklerit,* Kämmererit) $(2\dot{Mg}^3\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si})+6\dot{H}$. Vgl. 38.

Steatit (v. Ural) $(\dot{Mg}^3\dddot{Si}+\dddot{Al}^2\dddot{Si})+3Mg\dot{H}^2$, Herm.

Perthit $\dot{Mg}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$

Kerolith * $\dot{Mg}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$. Vgl. 3.

20. Silicate von Thonerde, Talkerde und Kali.

Onkosin $\dot{Mg}$, $\dot{K}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

21. Silicate von Thonerde, Talkerde und Kalkerde.

Neurolith $(\dot{R}^3\dddot{Si}^4+5\dddot{Al}\dddot{Si}^4)+6\dot{H}$?

Amphodelith $\dot{R}^3\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si}$

Chonikrit $(3\dot{R}^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si})+6\dot{H}$?

Pyrallolith $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$ $(\dddot{Al})$ $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

22. Silicate von Thonerde, Talkerde, Kalkerde und Alkali.

Rosellit $(\dot{R}^3\dddot{Si}^2+6\dddot{Al}\dddot{Si})+6\dot{H}$

Humboldtilith (Melilith) $2\dot{R}^3\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$ [3])

Diploit $\dot{R}^3\dddot{Si}+4\dddot{Al}\dddot{Si}$? [4]).

23. Silicate von Thonerde und Beryllerde.

Beryll $\dot{Be}^3\dddot{Si}^2+\dddot{Al}\dddot{Si}^2$

Euklas $2\dot{B}^3\dddot{Si}+\dddot{Al}^2\dddot{Si}$.

1) *a* ist Klaproth's Seifenstein aus Cornwall und Svanberg's Saponit aus Dalarne, *b* Svanberg's Seifenstein aus England.

2) Diese nicht ganz wahrscheinliche Formel bezieht sich auf den P. vom Ural nach Hermann's Analyse.

3) Etwas $\dddot{Al}$ ist durch $\dddot{Fe}$ ersetzt.

4) Die Basen $\dot{R}$ enthalten etwas Mn.

Digitized by Google

24. Silicate von Zirkonerde.

Zirkon	$\dddot{\mathrm{\bar{Z}r}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$
Malakon	$\dddot{\mathrm{\bar{Z}r}}_{a}\,\dddot{\mathrm{Si}}$ oder $2\,\dddot{\mathrm{\bar{Z}r}}\,\dddot{\mathrm{Si}}+\dot{\mathrm{\bar{H}}}$?

25. Silicate von Thorerde.

Thorit, Hauptbestandtheil	$\dot{\mathrm{Th}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}+3\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$.

26. Silicate von Manganoxyden.

Kieselmangan *	$\dot{\mathrm{Mn}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}^{2}$? Vgl. 27. 46. 47.
Tephroit	$\dot{\mathrm{Mn}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}$
Heteroklin	$\dot{\mathrm{Mn}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}$, gemengt mit $\dddot{\mathrm{\bar{M}n}}$ oder $\ddot{\mathrm{Mn}}$
Mangankiesel, schw.	$\dot{\mathrm{Mn}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}+3\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$?
Marcelin	$\dddot{\mathrm{\bar{M}n}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}$ [1]).

27. Silicate von Manganoxydul und Kalkerde.

Mangankiesel, rother* (Bustamit)	$\dot{\mathrm{R}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}^{2}$. Vgl. 46. 47.

28. Silicate von Eisenoxyden.

a. Von Eisenoxydul.

Chlorophäit	$\dot{\mathrm{Fe}}\,\dddot{\mathrm{Si}}+6\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$
Eisensilicat, wasserfr.	$\dot{\mathrm{Fe}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}$
Sideroschisolith	$\dot{\mathrm{Fe}}^{6}\,\dddot{\mathrm{Si}}+2\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$?

b. Von Eisenoxyd.

Anthosiderit	$\dddot{\mathrm{\bar{F}e}}\,\dddot{\mathrm{Si}}^{3}+\dot{\mathrm{\bar{H}}}$
Hisingerit *	$\dddot{\mathrm{\bar{F}e}}\,\dddot{\mathrm{Si}}+3\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$? Vgl. *c*.

c. Von beiden.

Pinguit	$(\dot{\mathrm{Fe}}\,\dddot{\mathrm{Si}}+\dddot{\mathrm{\bar{F}e}}^{2}\,\dddot{\mathrm{Si}}^{3})+15\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$
Thuringit	$(3\,\dot{\mathrm{Fe}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Si}}+\dddot{\mathrm{\bar{F}e}}^{2}\,\dddot{\mathrm{Si}})+12\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$
Hisingerit* (Thraulit)	$(\dot{\mathrm{Fe}}\,\dddot{\mathrm{Si}}+\dddot{\mathrm{\bar{F}e}}\,\dddot{\mathrm{Si}})+6\,\dot{\mathrm{\bar{H}}}$. Vgl. *b*.

1) Nach Damour ein mit $\dddot{\mathrm{\bar{M}n}}$ gemengtes Oxydulsilicat.

Digitized by Google

29. Silicate von Eisenoxydul(oxyd) und Natron.

Krodydolith	$(\dot{Na}^3\dddot{Si}^4 + 3\dot{Fe}^3\dddot{Si}^2) + x\dot{H}$
Arfvedsonit	$\dot{Na}\dddot{Si} + \dot{Fe}^3\dddot{Si}^2$
Achmit	$\dot{Na}\dddot{Si} + \ddot{Fe}\dddot{Si}^2$.

30. Silicate von Eisenoxydul(oxyd) und Kalkerde.

Babingtonit	$3\dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Fe}^3\dddot{Si}^2$
Augit * z. Th. [1])	$\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + \dot{Fe}^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 5. 31. 32. 40. 46.
Wehrlit	$(\dot{Fe}, \dot{Ca})^3\dddot{Si} + 3\ddot{Fe}\dddot{Si}$
Lievrit	$3(\dot{Ca}, \dot{Fe})^3\dddot{Si} + \ddot{Fe}^2\dddot{Si}$.

31. Silicate von Eisenoxydul(oxyd) und Talkerde

Antophyllit (Hornblende * u. Asbest z. Th.)	$\dot{Fe}\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 5. 29. 33. 40.
Broncit * (Hypersthen z. Th.) [2])	$(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 5. 30. 32. 40. 46.
Pikrophyll	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 2\dot{H}$
Dermatin	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 6\dot{H}$?
Monradit	$4\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}$
Hydrophit	$\dot{R}^2\dddot{Si} + 2\dot{H}$
Olivin (Hyalosiderit)	$\dot{R}^3\dddot{Si}$
Schillerspath	$(3\dot{R}\dddot{Si} + 2\dot{H}) + 2\dot{Mg}\dot{H}$ [3])
Antigorit	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + \dot{Mg}\dot{H}$
Chrysotil (Baltimorit, Talksilicate aus der Schweiz etc.)	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 2\dot{H}) + \dot{Mg}\dot{H}$ [4])

1) **Hedenbergit,** schwarzer A. von Arendal.

2) **Broncit von** Grönland, Kraubat, Ultenthal; Hypersthen von Skye und **Labrador.**

3) **Oder nach** Köhler $4\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{Mg}\dot{H}^4$.

4) **Delesse nimmt** $3(\dot{R}^2\dddot{Si} + \dot{H}) + \dot{Mg}\dot{H}^2$ an.

Digitized by Google

Serpentin	$(2\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dot{H})+3\dot{Mg}\dot{H}$
Talksilicat v. Zermatt	$2(\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dot{H})+3\dot{Mg}\dot{H}$
Bergholz	$3(\dot{Mg}\dddot{Si}+\dot{H})+(\dddot{Fe}\dddot{Si}^2+2\dot{H})$.

32. Silicate von Eisenoxydul(oxyd), Talkerde und Kalkerde.

Augit * z. Th. (Diopsid, Salit, Malakolith, Diallag, Hypersthen, Asbest)	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2$, oder theils $(\dot{Ca}, \dot{Fe})^3\dddot{Si}^2+\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$, theils $\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2+(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 5. 30. 31. 40. 46.
Batrachit	$\dot{R}^3\dddot{Si}$
Xylith	$(\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{Fe}\dddot{Si})+\dot{H}$.

33. Silicate von Eisenoxydul, Talkerde, Kalkerde und Alkali.

Aegirin (Arfvedsonit)	$\dot{R}\dddot{Si}+\dot{Fe}^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 5. 29. 31. 40.

34. Silicate von Eisenoxyden und Thonerde.

Rhodalith	$\dddot{R}\dddot{Si}^4+9\dot{H}$?
Staurolith	
a) v. St. Gotthardt	$\dddot{R}^2\dddot{Si}$
b) v. Airolo	$\dddot{R}^3\dddot{Si}^2$
c) v. Bretagne, Ural	$\dddot{R}^5\dddot{Si}^4$ [1])
Erinit	$\dddot{R}\dddot{Si}^2+6\dot{H}$
Eisensteinmark	$\dddot{R}^2\dddot{Si}+6\dot{H}$?
Stilpnomelan	$(2\dot{Fe}^3\dddot{Si}^2+\dddot{Al}\dddot{Si}^2)+6\dot{H}$
Granat * z. Th. (Almandin)	$\dot{Fe}^3\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}$. Vgl. 36. 38. 40. 47. 49. 50. 51. XI.
Chloritoid *	$\dot{Fe}^3\dddot{Si}+\dddot{Al}^3\dddot{Si}$, Erdm. Vgl. 38.
Sismondin, Bergseife, Bol z. Th., Chamoisit, Malthacit	$\dot{Fe}$, ($\dddot{Fe}$?), $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

35.

1) Empirischer Ausdruck der neueren Analysen, insbesondere von Jacobson.

Digitized by Google

35. Silicate von Eisenoxydul(oxyd), Thonerde und Alkali.

Cluthalith	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{Al}\dddot{Si}^2)+9\dot{H}$?
Lepidomelan	$(\dot{Fe}, \dot{K})^3\dddot{Si}+3(\dddot{Fe}, \dddot{Al})\dddot{Si}$
Iberit	$[(\dot{Fe}, \dot{K})^3\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si}]+3\dot{H}$
Pinit* aus Sachsen	$\dot{K}$, $\dddot{Al}$, $\dot{Fe}$, $(\dddot{Fe})$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$. Vgl. 39.

36. Silicate von Eisenoxydul(oxyd), Thonerde und Kalkerde.

Isopyr	$2\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^2$, R., oder $\dot{Ca}\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$, v. Kob. } ?
Huronit	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2+4\dddot{Al}\dddot{Si})+3\dot{H}$
Prehnit	$(\dot{Ca}^2\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si})+\dot{H}$
Kirwanit	$(3\dot{R}^2\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si})+2\dot{H}$
Diphanit	$(2\dot{R}^2\dddot{Si}+3\dddot{Al}^2\dddot{Si})+4\dot{H}$
Granat* z. Th. (Essonit, Grossular, Kaneelstein, Romanzowit)	$\dot{R}^3\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$. Vgl. 34. 38. 40. 47. 49. 50. 51. XI.
Thulit	$\dot{R}^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Epidot* (Zoisit, Pistazit, Epidot)	$\dot{R}^3\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si}$
Zeuxit	$(\dot{R}^3\dddot{Si}+2\dddot{R}\dddot{Si})+2\dot{H}$?
Skorilith	$\dot{Ca}$, $\dddot{Al}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Si}$
Plinthit	$\dot{Ca}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

37. Silicate von den vorigen und von Alkali.

Chalilith	$(3\dot{R}\dddot{Si}+4\dddot{R}\dddot{Si})+12\dot{H}$?
Bytownit	$(\dot{Ca}, \dot{Na})^3\dddot{Si}^2+3(\dddot{Al}, \dddot{Fe})\dddot{Si}$ [1])
Nuttalith	$3\dot{R}^2\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Saussurit	$\dot{R}^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}$?

1) Vielleicht nichts als Skapolith.

38. Silicate von Eisenoxydul(oxyd), Thonerde und Talkerde.

Pyrargillit	$(\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si})+4\dot{H}$
Aspasiolith (Metam. Cordierit)	$(3\dot{R}\dddot{Si}+4\dddot{Al}\dddot{Si})+5\dot{H}$
Cordierit	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si}$ [1])
Bonsdorffit (Metam. Cordierit)	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si})+2\dot{H}$
Esmarkit (desgl.)	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si})+3\dot{H}$
Fahlunit (desgl.)	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si})+6\dot{H}$
Granat * z. Th. [2])	$\dot{R}^3\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$. Vgl. 34. 36. 40. 47. 49. 50. 51. *XI.*
Praseolith (Metam. Cordierit)	$(\dot{R}^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si})+3\dot{H}$
Pyrosklerit *	$2(2\dot{R}^3\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si})+9\dot{H}$? Vgl. 19.
Chloritoid *	$(3\dot{R}^3\dddot{Si}+2\dddot{Al}^3\dddot{Si})+6\dot{H}$, Bonsd. Vgl. 34.
Chlorit (Pennin, Leuchtenbergit)	$[(\dot{Mg},\dot{Fe})^3\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}]+2\dot{Mg}\dot{H}^2$, Varrentr., Herm., oder $\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2+3(\dddot{Al},\dddot{Fe})\dddot{Si}+9\dot{Mg}\dot{H}$
Ripidolith	$[(\dot{Mg},\dot{Fe})^3\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}]+3\dot{Mg}\dot{H}$, Varrentr., oder $(\dot{R}^3\dddot{Si}+3\dddot{R}\dddot{Si})+9\dot{Mg}\dot{H}$ [3])
Saphirin	$3\dot{R}\dddot{Al}+\dddot{Al}\dddot{Si}$?

1) Scheerer's Formel, wonach das Fe als $\dot{Fe}$ und $\dddot{Fe}$ vorhanden ist.

2) Z. B. die Var. von Ohlapian, Hallandsås etc.

3) Die Formeln des Chlorits und Ripidoliths sind wegen der Oxydationsſtufen des Eisens immer noch zweifelhaft. Während Hermann in den eisenarmen Chloriten eine entsprechende gröſsere Menge Talkerde fand, so daſs hieraus die Gegenwart des $\dot{Fe}$, und die Richtigkeit der Formel von Varrentrapp ſolgen würde, behauptet Marignac, daſs die von ihm untersuchten Chlorite nur $\dddot{Fe}$ enthielten, wonach die zweite Formel construirt ist. In den Ripidolithen ist jedenfalls ein Theil des Fe als $\dot{Fe}$ vorhanden. Der Chlorit würde nach der letztern Annahme $\frac{1}{4}$ Kieselsäure mehr enthalten als der Ripidolith.

Digitized by Google

Boltonit **Gedrit**	$\dot{Mg}, \dot{Fe}, \dddot{Al}, \dddot{Si}$
Steatit * **Vermiculith**	$\dot{Mg}, \dot{Fe}, (\dddot{Fe}), \dddot{Al}, \dddot{Si}, \dot{H}$.

39. **Silicate von Eisenoxydul(oxyd), Thonerde, Talkerde und Alkali.**

Pinit * (v. Auvergne) (Metam. Cordierit)	$\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$. Vgl. 35.
Gigantolith (desgl.)	$(\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}) + \dot{H}$
Weissit (desgl.)	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si}^2$
Glimmer*, einaxiger	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$. Vgl. Silicate mit Fluormetallen.
Grünerde (z. Th. metam. Augit)	$\dot{K}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dddot{Al}, \dddot{Si}, \dot{H}$.

40. **Silicate von Eisenoxydul(oxyd), Thonerde, Talkerde und Kalkerde.**

Augit, thonerdehaltiger (Diallag*, Hypersthen* z. Th.)	$\dot{R}^3(\dddot{Si}, \dddot{Al})^2$? Vgl. 31. 32.
Hornblende, thonerdehaltige	$\dot{R}\dddot{R} + \dot{R}^3\dddot{R}^2$?
Seybertit	$(\dot{R}\dddot{Si} + \dot{R}^3\dddot{Al}^2) + \dot{H}$?
Xanthophyllit	$[3(\dot{R}\dddot{Si} + \dot{R}^3\dddot{Al}^2) + \dot{H}] + \dddot{Al}\dot{H}^3$?
Vesuvian (Frugårdit, Göckumit)	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$
Granat *	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$. Vgl. 34. 36. 38. 47. 49. 50. 51. XI.
Puschkinit (Talkepidot)	$\dot{R}^3\dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}$
Gehlenit	$3\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}^3\dddot{Si}$
Jeffersonit*, Thoms.	$3\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + \dddot{Al}^2\dddot{Si}$? Vgl. 47.

41. Silicate von den vorigen und von Alkali.

a) Kalihaltige.

Raphilith	$6(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{K})\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$?
Tachylith	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + \dddot{Al}\dddot{Si}$
Groppit	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{R}\dddot{Si}) + 3\dot{H}$.

b) Natronhaltige.

Wichtyn	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + \dddot{R}\dddot{Si}^2$
Glaukophan	$3\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si}^2$.

42. Silicate von Eisen- und Ceroxydul ($\dot{La}$, $\dot{Di}$).

Cerit	$\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dot{H}$.

43. Silicate der vorigen, Yttererde (und Beryllerde).

Gadolinit	$\dot{R}^3\dddot{Si}$?

44. Silicate von Eisenoxydul, Ceroxydul, Thon- und Kalkerde.

Allanit	$3\dot{R}^3\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Cerin	$3\dot{R}^3\dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}$.

45. Silicate von den vorigen und von Yttererde.

Orthit	$3\dot{R}^3\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si}$
Pyrorthit	Orthit, gemengt mit Silicaten von $\dot{Ce}$, $\dot{Y}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Al}$.

46. Silicate von Eisen- und Manganoxydul(oxyd).

Kieselmangan* (von Franklin u. Algier)	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 27. 47.
Troostit	$\dot{Fe}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{Mn}^3\dddot{Si}$
Knebelit	$\dot{Fe}^3\dddot{Si} + \dot{Mn}^3\dddot{Si}$
Kieselsinter (v. Freiberg)	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 18\dot{H}$
Fowlerit	$\dot{Mn}$, $\dot{Fe}$, ($\dddot{Fe}$?), $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

Digitized by Google

47. Silicate von den vorigen und von Kalkerde.

Jeffersonit*, Keating	$\dot{R}\dddot{Si}$? Vgl. 40.
Kieselmangan*	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2$. Vgl. 26. 27. 46.
Granat* [1])	$(\dot{Ca}, \dot{Mn})^3\dddot{Si} + \dddot{\bar{F}e}\dddot{Si}$. Vgl. 34. 36. 38. 40. 49. 50. 51. XI.

48. Silicate von Eisen- und Manganoxydul(oxyd) und Talkerde.

Villarsit	$4\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dot{\bar{H}}$
Cronstedtit	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{\bar{F}e}\dot{\bar{H}}^3$.

49. Silicate von Eisen- und Manganoxydul(oxyd) und Thonerde.

Ottrelith	$(\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si}) + 3\dot{\bar{H}}$
Granat* [2])	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$. Vgl. 34. 36. 38. 40. 47. 50. 51. XI.
Karpholith	$(\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}) + 6\dot{\bar{H}}$ [3]).

50. Silicate von den vorigen und von Kalkerde.

Granat* [4])	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$. Vgl. 34. 36. 38. 40. 47. 49. 51. XI.
Manganepidot	$\dot{R}^3\dddot{Si} + 2\dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$
Polylith, Xanthit	$\dot{Ca}, \dot{Mn}, \dot{Fe}$ ($\dddot{\bar{F}e}$?), $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$.

51. Silicate von den vorigen und von Talkerde.

Granat* [5])	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$. Vgl. 34. 36. 38. 40. 47. 49. 50. XI.
Polyadelphit	$\dot{R}, \dddot{\bar{R}}, \dddot{Si}$.

1) Z. B. von Lindbo, Långbanshyttan, Altenau, Suhl.

2) Z. B. von Fahlun, Ungarn, Engsjö, Franklin, Broddbo.

3) Wegen des Fluorgehalts noch unsicher.

4) Z. B. weiſser Gr. von Tellemarken, brauner von Klemetsaune, Hesselkulla, Arendal, Franklin, Vesuv.

5) Z. B. die Var. von Malsjö, St. Gotthardt, Wilui, Friedeberg, Arendal, Hallandsås.

52. Silicate von Nickeloxyd und Talkerde.

Pimelith $2\dot{R}\dddot{Si} + \dot{H}$.

53. Silicate von Zinkoxyd.

Williamit $\dot{Zn}^3\dddot{Si}$

Kieselzinkerz $2\dot{Zn}^3\dddot{Si} + 3\dot{H}$ oder $\dot{Zn}^3\dddot{Si} + 2\dot{H}$?

54. Silicate von Kupferoxyd.

Dioptas $\dot{Cu}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}$

Kieselkupfer $\dot{Cu}^3\dddot{Si}^2 + 6\dot{H}$.

55. Silicate mit Schwefelmetallen.

Helvin $\dot{Mn}\overset{,}{Mn} + 3(\dot{Mn}, \dot{Fe}, \dot{Be})^2\dddot{Si}$?

56. Silicate mit Chlormetallen.

Sodalith $NaCl + (\dot{Na}^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si})$

Porzellanspath $NaCl + 4(\dot{Ca}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si})$. Vgl. 17. [1])

Eudyalith $NaCl + 4[2(\dot{Ca}, \dot{Na}, \dot{Fe})^3\dddot{Si}^2 + \dddot{Zr}\dddot{Si}^2]$

Pyrosmalith $(FeCl^3 + \ddot{Fe}\dot{H}^6) + 4(\dot{Fe}^3\dddot{Si} + \dot{Mn}^3\dddot{Si}^2)$?

57. Silicate mit Fluormetallen.

Apophyllit $\left\{\begin{matrix} \dot{K}\dddot{Si} + 6\dot{Ca}\dddot{Si} \\ (KFl + SiFl^3) + 6(CaFl + SiFl^3) \end{matrix}\right\} + 15\dot{H}$ [2])

Leukophan $2NaFl + (2\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{Be}^2\dddot{Si})$

Lithionglimmer

a) Lepidolith $(K, Na, Li)Fl + (\dddot{Al}, \dddot{Mn})\dddot{Si}^2$

b) Lithionglimmer $(K, Na, Li)Fl + (\dddot{Al}, \dddot{Fe})\dddot{Si}^2$

Glimmer, brauner 2axiger v. New-York $KFl + (3\dot{Mg}^3\dddot{Si} + 2\dddot{Al}\dddot{Si})$

Glimmer *, ein- und zweiaxige

a) Kaliglimmer $\dot{K}, \dot{Fe}, (\dddot{Fe}), \dddot{Al}, \dddot{Si}, Fl$

b) Magnesiagl. $\dot{K}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, (\dddot{Fe}), \dddot{Al}, \dddot{Si}, Fl$

1) Nach einer neueren Untersuchung von Fuchs.

2) Ueber diese Formel s. II. Suppl. zu meinem Handwörterbuch S. 18.

Digitized by Google

Chondrodit	$MgFl + 2(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3 \dddot{Si}$
Topas	$(AlFl^3 + SiFl^3) + 2(\dddot{Al}\dddot{Si} + \dddot{Al}^2\dddot{Si})$
Pyknit	$(AlFl^3 + SiFl^3) + (3\dddot{Al}\dddot{Si} + \dddot{Al}^2\dddot{Si})$. [1]

II. Carbonate.

Soda	$\dot{Na}\ddot{C} + x\dot{H}$
Trona	$\dot{Na}^2\ddot{C}^3 + 4\dot{H}$
Witherit	$\dot{Ba}\ddot{C}$
Strontianit	$\dot{Sr}\ddot{C}$
Arragonit, Kalkspath	$\dot{Ca}\ddot{C}$
Gay-Lussit	$(\dot{Na}\ddot{C} + \dot{Ca}\ddot{C}) + 5\dot{H}$
Barytocalcit	$\dot{Ba}\ddot{C} + \dot{Ca}\ddot{C}$ und $\dot{Ba}\ddot{C} + 2\dot{Ca}\ddot{C}$?
Magnesit	$\dot{Mg}\ddot{C}$
Hydromagnesit	$3(\dot{Mg}\ddot{C} + \dot{H}) + \dot{Mg}\dot{H}$
Hydromagnocalcit	$[3(\dot{Mg}, \dot{Ca})\ddot{C} + \dot{H}] + \dot{Mg}\dot{H}$
Nemalit	$(\dot{Mg}\ddot{C} + \dot{H}) + 5\dot{Mg}\dot{H}$, Connel.
Bitterspath	$(\dot{Ca}, \dot{Mg})\ddot{C}$
Predazzit	$(2\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}) + \dot{H}$?
Ytterspath	$\dot{Y}, \ddot{C}$
Lanthanit (kohlens. Ceroxydul)	$(\dot{La}\ddot{C} + \dot{H}) + 2\dot{La}\dot{H}$?
Uranblüthe	$\ddot{U}, \ddot{C}$?
Spatheisenstein	$[\dot{Fe}, \dot{Mn}(\dot{Mg}, \dot{Ca})]\ddot{C}$
Mesitinspath (Ankerit, Breunerit, Pistomesit, Magnesit z. Th.	$(\dot{Mg}, \dot{Fe})\ddot{C}$ und $(\dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{Ca})\ddot{C}$
Manganspath, Manganocalcit	$(\dot{Mn}, \dot{Ca}, \dot{Fe}, \dot{Mg})\ddot{C}$
Zinkspath	$\dot{Zn}\ddot{C}$

1) In Betreff dieser Formeln s. a. a. O. S. 159.

Digitized by Google

Zinkblüthe	$(\dot{Zn}\ddot{C}+\dot{H})+2\dot{Zn}\dot{H}$
Weiſsbleierz	$\dot{Pb}\ddot{C}$
Plumbocalcit / Blei-Arragonit	$(\dot{Ca}, \dot{Pb})\ddot{C}$
Zinkbleispath	$\dot{Zn}\ddot{C}+6\dot{Pb}\ddot{C}$
Mysorin	$\dot{Cu}^2\ddot{C}$
Malachit	$\dot{Cu}^2\ddot{C}+\dot{H}=\dot{Cu}\ddot{C}+\dot{Cu}\dot{H}$
Kupferlasur	$\dot{Cu}^3\ddot{C}^2+\dot{H}=2\dot{Cu}\ddot{C}+\dot{Cu}\dot{H}$
Aurichalcit	$(\dot{Zn}^3\ddot{C}+2\dot{H})+(\dot{Cu}^2\ddot{C}+\dot{H})$
Buratit	$(\dot{Zn}, \dot{Cu}, \dot{Ca})^2\ddot{C}+\dot{H}$, Delesse.
Silberoxyd, kohlensaures (?)	$\dot{Ag}\ddot{C}$.

Carbonate mit Chlormetallen.

Bleihornerz	$Pb\,Cl+\dot{Pb}\ddot{C}$.

Carbonate mit Fluormetallen.

Parisit	$Ce, La, Di, Ca, Fl, \ddot{C}, O, \dot{H}$.

Carbonate mit Silicaten.

Cancrinit	
a) v. Ilmengb.	$\dot{Ca}\ddot{C}+(\dot{Na}^2\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si})$
b) a. Nordamerika	$\left(\begin{matrix}\frac{1}{2}\dot{Ca}\\ \frac{1}{2}\dot{Na}\end{matrix}\right)\ddot{C}+\dot{H})+(\dot{Na}^2\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si})$
Stroganowit	$\dot{Ca}\ddot{C}+[(\dot{Ca}, \dot{Na})^2\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}]$.

III. Oxalate.

Kalkoxalat	$\dot{Ca}\dddot{C}+\dot{H}$?
Oxalit (Humboldtit)	$2\dot{Fe}\dddot{C}+3\dot{H}$.

IV. Mellitate.

Honigstein	$(\dddot{Al}+3C^4O^3)+18\dot{H}$, oder
	$(\dddot{Al}+3C^4H^2O^4)+15\dot{H}$.

V. Borate.

Tinkal	$\dot{Na}\dddot{B}^2 + 10\dot{H}$
Rhodizit	$\dot{Ca}, \dddot{B}$
Borocalcit	$\dot{Ca}\dddot{B}^2 + 6\dot{H}$
Hydroborocalcit	$\dot{Ca}, \dddot{B}, \dot{H}$
Boracit	$\dot{Mg}^3\dddot{B}^4 = \dot{Mg}\dddot{B}^2 + 2\dot{Mg}\dddot{B}$.

Borate mit Silicaten.

Datolith	$(3\dot{Ca}\dddot{B} + \dot{Ca}^3\dddot{Si}^4) + 3\dot{H}$, oder
	$3(\dot{Ca}\dddot{B} + \dot{Ca}\dddot{Si}) + \dot{H}^3\dddot{Si}$, Scheerer.
Botryolith	$(3\dot{Ca}\dddot{B} + \dot{Ca}^3\dddot{Si}^4) + 6\dot{H}$, oder
	$3(\dot{Ca}\dddot{B} + \dot{Ca}\dddot{Si}) + \dot{H}^6\dddot{Si}$, Scheerer.
Axinit	$(\dot{Ca}, \dot{Mg})^3(\dddot{Si}, \dddot{B})^2 + 2(\dddot{Al}, \dddot{Fe}, \dddot{Mn})(\dddot{Si}, \dddot{B})$
Turmalin	$\dot{R}, \dddot{R}, \dddot{Si}, \dddot{B}, (\ddot{C}?)$.

VI. Verbindungen von Titanoxyden.

a) Titanite.

Titaneisen $(\dddot{Ti}^n, \dddot{Fe}^m)$, H. Rose.

z. B. von	Iserwiese	$n : m = 1 : 1$
	Egersund	$= 2 : 3$
	Iserwiese	$= 3 : 4$
	Ilmengb	$= 4 : 5$
	Gastein	$= 5 : 4$
	Arendal	$= 1 : 3$
	Spessart, Uddewalla	$= 1 : 6$.

b) Titanate.

Perowskit	$\dot{Ca}\ddot{Ti}$
Polymignit	$\dot{Ca}, \dot{Y}, \dot{Ce}, \dddot{Zr}, \dddot{Fe}, \dddot{Mn}, \ddot{Ti}$
Aeschynit*, Hartw.	$\dot{Ca}, \dot{Ce}, \dddot{Zr}, \dddot{Fe}, \ddot{Ti}$. Vgl. Tantalate mit Titanaten.

Digitized by Google

Titanite mit Silicaten.

Enceladit $2(\dddot{Ti}, \dddot{Fe}, \dddot{Al}) + (\dot{Mg}^3 \dddot{Si} + 2 H)$.

Titanate mit Silicaten.

Titanit (Greenovit) $\dot{Ca}^3 \dddot{Si} + \ddot{Ti}^3 \dddot{Si}$, H. Rose, oder
$2 \dot{Ca} \dddot{Si} + \dot{Ca} \ddot{Ti}^3$, Berzelius.

Yttrotitanit (Keilhauit) $[3 \dot{Ca}^3 \dddot{Si}^2 + (\dddot{Fl}, \dddot{Al}) \dddot{Si}] + \dot{Y} \ddot{Ti}^3$, A. Erdm.

Oerstedtit $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dddot{Zr}$, $\ddot{Ti}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$

Mosandrit $\dot{La}$, $\dddot{Ce}$, $\dddot{Mn}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{K}$, $\dddot{Si}$, $\ddot{Ti}$, $\dot{H}$

Tschewkinit $\dot{Ce}$, $\dot{La}$, $\dot{Di}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Ca}$($\dot{Mg}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Be}$, $\dot{Y}$, $\dddot{Al}$), $\dddot{Si}$, $\ddot{Ti}$
$[(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe})^3 \dddot{Si}^2 + 3(\dot{Y}, \dot{La}, \dot{Ce}, \dot{Mn}, \dot{Fe})^3 \dddot{Si}]$
$+ 2 \dddot{Al} \dddot{Si}$, Choubine.

VII. Tantalate (Niob und Pelop enthaltend).

Columbit, Tantalit $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$ ($\ddot{Sn}$), Ta, O [1])

Yttrotantalit $\dot{Ca}$, $\dot{Y}$, $\dddot{Fe}$, $\dddot{U}$, $\dddot{W}$, Ta, O

Fergusonit $\dot{Y}$, $\dot{Ce}$, $\dddot{Zr}$, Ta, O

Pyrochlor* (Mikrolith)

a) von Miask Na Fl + $\dot{Ca}$, $\dot{Ce}$, $\dot{Th}$, Ta, O
b) von Brevig $\dot{Ca}$, $\dot{Ce}$, $\dot{Th}$, $\dot{U}$, Ta, O, $\dot{H}$
} Wöhler. Vgl. Tantalate mit Titanaten.

Tantalate mit Silicaten.

Wöhlerit $\dot{Na}$, $\dot{Ca}$, $\dddot{Zr}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Si}$, Ta, O.

Tantalate mit Titanaten.

Pyrochlor* v. Miask $\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Li}$, $\dot{Ca}$, $\dot{La}$, $\dddot{Ce}$, $\dddot{Zr}$, $\dddot{Fe}$, $\ddot{Ti}$, Ta, O, Hermann. Vgl. Tantalate.

Euxenit $\dot{Y}$, $\dot{U}$, $\dot{Ce}$, $\dot{Ca}$, $\ddot{Ti}$, Ta, O, $\dot{H}$

1) Bei der noch nicht entschiedenen Frage über die Zusammensetzung der Tantalsäure und der beiden ihr ähnlichen Säuren sind hier bloſs die Bestandtheile dieser Mineralien angegeben. Ta, O bezeichnet jene im Allgemeinen.

Digitized by Google

Aeschynit *	$\dot{Ce}$, $\dot{La}$, $\dot{Y}$, $\dot{Fe}$ ($\dddot{\bar{Zr}}$?), $\ddot{Ti}$, Ta, O, Herm. Vgl. Titanate.
Polykras	$\dot{Ce}$, $\dot{Y}$, $\dddot{\bar{Zr}}$, $\dddot{\bar{U}}$, $\dddot{\bar{Fe}}$, $\ddot{Ti}$, Ta, O.

VIII. Wolframiate.

Scheelit	$\dot{Ca}\dddot{W}$ und $(\dot{Ca}, \dot{Cu})\dddot{W}$
Wolfram	$(\dot{Fe}, \dot{Mn})\dddot{W}$
a) von Monte Video, Ehrenfriedersdorf, Limoges, Neudorf	$\dot{Mn}\dddot{W} + 4\dot{Fe}\dddot{W}$
b) von Cumberland, Chanteloupe	$\dot{Mn}\dddot{W} + 3\dot{Fe}\dddot{W}$
c) von Zinnwald	$3\dot{Mn}\dddot{W} + 2\dot{Fe}\dddot{W}$
Wolframbleierz	$\dot{Pb}\dddot{W}$.

Wolframiate mit Niobaten.

Samarskit (Uranotantal)	$\dot{Y}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{\bar{U}}$, $\dddot{W}$, No, O, H. Rose.
Yttroilmenit	$(\dot{Y}, \dot{Fe}, \dot{U}, \dot{Ce}, \dot{La})(\ddot{Il}, \ddot{Ti})$, Herm.

IX. Molybdate.

Gelbbleierz	$\dot{Pb}\dddot{Mo}$ und $(\dot{Pb}, \dot{Ca})\dddot{Mo}$
Basisches Molybdänbleierz v. Pamplona	Hauptbestandth. $\dot{Pb}^3\dddot{Mo}$, Boussing.?

X. Vanadate.

Vanadinbleierz	$(Pb\bar{Cl} + 2\dot{Pb}) + \dot{Pb}^3\dddot{V}^2$?
Volborthit	$\dot{Cu}\dddot{V}$.

XI. Verbindungen von Chromoxyden.

a) Chromite.

Wolchonskoit	$(\dddot{\bar{Cr}}, \dddot{\bar{Fe}}, \dddot{\bar{Al}})^2\dddot{Si}^3 + 9\dot{\bar{H}}$?
Chromocker	$(\dddot{\bar{Cr}}, \dddot{\bar{Fe}}, \dddot{\bar{Al}})^3\dddot{Si}^4 + 6\dot{\bar{H}}$, Wolff.
Miloschin	$(\dddot{\bar{Cr}}, \dddot{\bar{Al}})^3\dddot{Si}^2 + 9\dot{\bar{H}}$
Uwarowit *	$\dot{Ca}^3\dddot{Si} + (\dddot{\bar{Cr}}, \dddot{\bar{Al}})\dddot{Si}$. Vgl. Granat.

Digitized by Google

Pyrop	$\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$ ($\dddot{\overline{Fe}}$), $\dddot{Al}$, $\dddot{\overline{Cr}}$, $\dddot{Si}$
Fuchsit (Chromglimmer)	$\dot{K}$, $\dot{Mg}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{\overline{Fe}}$, $\dddot{\overline{Cr}}$, $\dddot{Si}$.

b) Chromate.

Rothbleierz	$\dot{Pb}\dddot{Cr}$
Melanochroit	$\dot{Pb}^3\dddot{Cr}^2$
Vauquelinit	$\dot{Cu}^3\dddot{Cr}^2 + 2\dot{Pb}^3\dddot{Cr}^2$.

XII. Antimoniate.

Romeit	$\dot{Ca}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Sb}$, $\dddot{Sb}$
Bleioxyd, antimons.	$\dot{Pb}^3\dddot{Sb} + 4\dot{\overline{H}}$
Mineral von Chile	$\dot{Hg}$, $\dddot{Sb}$, $\dddot{Sb}$.

XIII. Arseniate.

Haidingerit	$\dot{Ca}^2\dddot{As} + 4\dot{\overline{H}}$?
Pharmakolith	$\dot{Ca}\dddot{As} + 6\dot{\overline{H}}$
Pikropharmakolith	$(\dot{Ca}, \dot{Mg})^5\dddot{As}^2 + 12\dot{\overline{H}}$
Berzeliit	$\dot{Ca}^3\dddot{As} + (\dot{Mg}, \dot{Mn})^3\dddot{As}$
Skorodit; Arseniksinter von Nertschinsk	$\dddot{\overline{Fe}}\dddot{As} + 4\dot{\overline{H}}$
Arseniksinter * von Freiberg	$\dddot{\overline{Fe}}^2\dddot{As} + 12\dot{\overline{H}}$. Vgl. Sulfate mit Arseniaten.
Würfelerz (Beudantit?)	$(\dot{Fe}^3\dddot{As} + \dddot{\overline{Fe}}^3\dddot{As}^2) + 18\dot{\overline{H}}$ [1])
Arseniosiderit	$[(2\dot{Ca}^3\dddot{As} + 3\dddot{\overline{Fe}}^2\dddot{As}) + 12\dot{\overline{H}}] + \dddot{\overline{Fe}}\dot{\overline{H}}$, R.
Nickelocker	$\dot{Ni}^3\dddot{As} + 8\dot{\overline{H}}$
Kobaltblüthe	$\dot{Co}^3\dddot{As} + 8\dot{\overline{H}}$
Euchroit	$(\dot{Cu}^3\dddot{As} + 6\dot{\overline{H}}) + \dot{Cu}\dot{\overline{H}}$

1) Die Formel dürfte durch directe Bestimmung der Oxydationsstufen des Eisens noch zu bestätigen seyn.

Digitized by Google

XIV. Phosphate.

Yttrophosphat	$\dot{Y}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
Gibbsit	$\dddot{Al}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+8\dot{H}$, Herm.
Kalait	$(\dddot{Al}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^3+9\dot{H})+2\dddot{Al}\dot{H}^3$
Peganit	$(\dddot{Al}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^3+12\dot{H})+2\dddot{Al}\dot{H}^3$
Fischerit	$(\dddot{Al}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^3+18\dot{H})+2\dddot{Al}\dot{H}^3$
Thonerde, phosphorsaure v. Bourbon	NH^3, $\dddot{Al}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$, $\dot{H}$
Lazulith (Blauspath)	$[2(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dddot{Al}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^3]+6\dot{H}$
Kryptolith	$\dot{Ce}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
Monazit (Edwardsit)	$\dot{Ce}$, $\dot{La}$, $\dot{Th}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$, Kersten.
	$(\dot{Ce}, \dot{La})^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$, Herm.
Monazitoid	$(\dot{Ce}, \dot{La})^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$, Herm.
Uranit	$(\dot{Ca}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+2\dot{U}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P})+24\dot{H}$
Grüneisenstein	$2\dddot{Fe}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+5\dot{H}$
Delvauxit	$\dddot{Fe}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+24\dot{H}$
Vivianit	$6(\dot{Fe}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+8\dot{H})+\dddot{Fe}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2+8\dot{H})$
Triplit	$\dot{Fe}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{Mn}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
Hetepozit	$(2\dot{Fe}^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2+\dot{Mn}^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2)+5\dot{H}$
Huraulit	$(\dot{Fe}^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2+2\dot{Mn}^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2)+30\dot{H}$
Pseudotriplit	$(\dddot{Fe}, \dddot{Mn})^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2+3\dot{H}$
Triphylin	$\dot{Li}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+6(\dot{Fe}, \dot{Mn})^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
Childrenit	$\dddot{Al}$, $\dot{Fe}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
Libethenit	$\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{Cu}\dot{H}$
Phosphorochalcit a)	$\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+2\dot{Cu}\dot{H}$
b)	$\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+3\dot{Cu}\dot{H}$
Tagilith	$(\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+2\dot{H})+\dot{Cu}\dot{H}$
Ehlit	$(\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{H})+2\dot{Cu}\dot{H}$ [1]

1) Die zuverlässigeren Analysen der natürlichen Kupferphosphate gestatten, deren vier zu unterscheiden, nämlich:

1) Libethenit $\dot{Cu}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{H}$,

2) Tagilith $\dot{Cu}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{H}^3$,

Thrombolith	$\dot{Cu}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}{}^2 + 6\dot{\bar{H}}$?
Chalkolith	$(\dot{Cu}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}} + 2\dddot{\bar{U}}{}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}) + 24\dot{\bar{H}}$.

Phosphate mit Fluormetallen.

Wagnerit	$MgFl + \dot{Mg}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$
Wawellit	$\bar{Al}Fl^3 + 3[(\dddot{\bar{Al}}{}^4 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}{}^3) + 18\dot{\bar{H}}]$, Berz.
	$(\bar{Al}Fl^3 + 2\dddot{\bar{Al}}) + 6[(\dddot{\bar{Al}}{}^4 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}{}^3) + 18\dot{\bar{H}}]$, Herm.
Amblygonit	$(RFl + \bar{Al}Fl^3) + (\dot{R}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}{}^3 + \dddot{\bar{Al}}{}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}{}^3)$, R.
	$\left\{\begin{array}{l}(4RFl + \dot{R}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}) \\ + (\dddot{\bar{Al}}{}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}{}^3 + 2\dddot{\bar{Al}}{}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}})\end{array}\right\}$ Berz. [1])
Eisenapatit	$FeFl + 3(\dot{Fe}, \dot{Mn})^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$.

Phosphate mit Chlormetallen.

Grünbleierz * z. Th. (Pyromorphit)	$PbCl + 3\dot{Pb}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$.

Phosphate mit Chlor- und Fluormetallen.

Apatit	$Ca(Cl, Fl) + 3\dot{Ca}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$
Talkapatit	$\dot{Ca}, \dot{Mg}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}, Cl, Fl, \dddot{S}$
Grünbleierz * z. Th. (Polysphärit)	$(Pb, Ca)(Cl, Fl) + 3(\dot{Pb}, \dot{Ca})^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$
Bleigummi	$(PbCl + 3\dot{Pb}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}) + 18\dddot{\bar{Al}}\dot{\bar{H}}{}^3$?

3) Phosphorochalcit $\dot{Cu}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}} + \dot{\bar{H}}{}^2$ und $\dot{Cu}^6 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}} + \dot{\bar{H}}{}^3$,

4) Ehlit $\dot{Cu}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}} + \dot{\bar{H}}{}^3$.

Der Libethenit von Nischne-Tagil enthält zwar nach Hermann $1\frac{1}{2}\dot{\bar{H}}$; dieſs ist jedoch mit Rücksicht auf den Olivenit nicht sehr wahrscheinlich. — Zum Phosphorochalcit, und zwar zu *a* gehören die von Arfvedson und Hermann untersuchten Substanzen von Rheinbreitenbach, von Nischne-Tagil, so wie Hermann's Dihydrit und Kühn's sogenannter Kupferdiaspor vom Schemnitz; zu *b* die Phosphate von Rheinbreitenbach und Hirschberg (nach Kühn's Analyse), welchen unter den Arseniaten das Strahlerz entspricht. — Der Ehlit kommt zu Ehl und Nischne-Tagil vor.

1) R ist = Li, Na, K.

Phosphate mit Arseniaten.

Olivenit	$\dot{Cu}^3(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}) + \dot{Cu}\dot{\bar{H}}$
Strahlerz (Klinoklas)	$\dot{Cu}^3(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}) + 3\dot{Cu}\dot{\bar{H}}$
Kupferschaum	$[\dot{Cu}^3(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}) + 8\dot{\bar{H}}] + 2\dot{Cu}\dot{\bar{H}}$?
Erinit [1]) (Kupferglimmer)	$[\dot{Cu}^3(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}) + 9\dot{\bar{H}}] + 3\dot{Cu}\dot{\bar{H}}$ Damour.
Linsenerz	$5[(\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 8\dot{\bar{H}}) + \dot{Cu}\dot{\bar{H}}] + [(\dddot{\bar{Al}}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 6\dot{\bar{H}}) + 3\dddot{\bar{Al}}\dot{\bar{H}}^3]$ [2])
	$5[(\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 10\dot{\bar{H}}) + 2\dot{Cu}\dot{\bar{H}}] + [(\dddot{\bar{Al}}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 6\dot{\bar{H}}) + 3\dddot{\bar{Al}}\dot{\bar{H}}^3]$ [3]).

Phosphate und Arseniate mit Chlormetallen.

Grünbleierz * z. Th.	
a) Mimetesit	$Pb\bar{Cl} + 3\dot{Pb}^3(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As})$
b) Hedyphan	$Pb\bar{Cl} + 3(\dot{Pb}, \dot{Ca})^3(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}})$
Nussierit	$Pb\bar{Cl} + 5(\dot{Pb}, \dot{Ca})^3(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As})$?

Phosphate mit Silicaten.

Sordawalith	$\dot{Fe}, \dot{Mg}, \dddot{\bar{Al}}, \dddot{Si}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}, \dot{\bar{H}}$
Kieselwismuth	$2\dddot{\bar{Bi}}^2\dddot{Si}^5 + \dddot{\bar{Bi}}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$?

XV. Nitrate.

Kalisalpeter	$\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$
Natronsalpeter	$\dot{Na}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$
Kalksalpeter	$\dot{Ca}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}} + \dot{\bar{H}}$
Quecksilbersalpeter	$\dot{\bar{Hg}}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$?

XVI. Selenite.

Bleiselenit	$\dot{Pb}, \ddot{Se}$.

1) Denselben Namen führt ein Silicat (34). Hermann's Analyse führt zu der Formel $(\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 18\dot{\bar{H}}) + 5\dot{Cu}\dot{\bar{H}}$.

2) Nach Hermann's Analyse. Das erste Glied ist = Kupferglimmer.

3) Nach den Analysen von Damour und Trolle-Wachtmeister.

XVII. Sulfate.

Schwefelsaures Kali	$\dot{K}\dddot{S}$
Thenardit	$\dot{Na}\dddot{S}$
Glaubersalz	$\dot{Na}\dddot{S}+2\dot{\bar{H}}$
Mascagnin	$\dot{\overline{NH}}{}^4\dddot{S}$
Schwerspath	$\dot{Ba}\dddot{S}$
Cölestin	$\dot{Sr}\dddot{S}$
Stronbarytspath Barytcölestin (Dreelit?)	$(\dot{Ba}, \dot{Sr})\dddot{S}$
Anhydrit	$\dot{Ca}\dddot{S}$
Gyps	$\dot{Ca}\dddot{S}+2\dot{\bar{H}}$
Glauberit	$\dot{Na}\dddot{S}+\dot{Ca}\dddot{S}$
Bittersalz	$\dot{Mg}\dddot{S}+7\dot{\bar{H}}$
Reussin	$\dot{Mg}\dddot{S}+2\dot{Na}\dddot{S}$
Blödit	$4\dot{Mg}\dddot{S}, 3\dot{Na}\dddot{S}, 16\dot{\bar{H}}$?
Polyhalit	$[(\dot{K}\dddot{S}+\dot{Mg}\dddot{S})+\dot{\bar{H}}]+(2\dot{Ca}\dddot{S}+\dot{\bar{H}})$
Federalaun	$\dddot{Al}\dddot{S}^3+18\dot{\bar{H}}$
Thonerdesulfat, basisches vom Ararat	$\dddot{Al}\dddot{S}^2+x\dot{\bar{H}}$?
Aluminit	$\dddot{Al}\dddot{S}+9\dot{\bar{H}}$
Alaunstein	$(\dot{K}\dddot{S}+3\dddot{Al}\dddot{S})+6\dot{\bar{H}}$
Kalialaun	$(\dot{K}\dddot{S}+\dddot{Al}\dddot{S}^3)+24\dot{\bar{H}}$
Natronalaun	
a) neutraler	$(\dot{Na}\dddot{S}+\dddot{Al}\dddot{S}^3)+24\dot{\bar{H}}$
b) basischer?	$(2\dot{Na}\dddot{S}+3\dddot{Al}\dddot{S}^2)+10\dot{\bar{H}}$?
	Vielleicht *a*, gemengt mit $\dddot{Al}\dddot{S}^2+9\dot{\bar{H}}$
Ammoniakalaun	$(\dot{\overline{NH}}{}^4\dddot{S}+\dddot{Al}\dddot{S}^3)+24\dot{\bar{H}}$
Talkalaun (Pickeringit)	$(\dot{Mg}\dddot{S}+\dddot{Al}\dddot{S}^3)+22\dot{\bar{H}}$?
Uranvitriol (Johannit)	$\ddot{\bar{U}}(\ddot{U}), \dddot{S}, \dot{\bar{H}}$

Man-

Digitized by Google

Manganalaun	$(\dot{\mathrm{Mn}}\dddot{\mathrm{S}}+\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{S}}^3)+24\dot{\mathrm{H}}$
Mangan-Talkalaun	$[(\dot{\mathrm{Mg}},\dot{\mathrm{Mn}})\dddot{\mathrm{S}}+\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{S}}^3]+24\dot{\mathrm{H}}$
Eisenvitriol	$\dot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}}+7\dot{\mathrm{H}}$
Coquimbit	$\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}}^3+9\dot{\mathrm{H}}$
Eisenoxydsulfat von Chile	
a) blättriges	$\dddot{\mathrm{Fe}}^2\dddot{\mathrm{S}}^5+18\dot{\mathrm{H}}$?
b) strahliges	$2\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}}^2+21\dot{\mathrm{H}}$?
Vitriolocker	$\dddot{\mathrm{Fe}}^2\dddot{\mathrm{S}}+6\dot{\mathrm{H}}$
Fibroferrit	$(\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}}+6\dot{\mathrm{H}})+(2\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}}^2+21\dot{\mathrm{H}})$?
Apatelit	$(\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}}+2\dddot{\mathrm{Fe}}^2\dddot{\mathrm{S}}^3)+3\dot{\mathrm{H}}$?
Eisenalaun	$[(\dot{\mathrm{Fe}},\dot{\mathrm{Mg}},\dot{\mathrm{K}})\dddot{\mathrm{S}}+(\dddot{\mathrm{Al}},\dddot{\mathrm{Fe}})\dddot{\mathrm{S}}^3]+24\dot{\mathrm{H}}$
Voltait	$[3(\dot{\mathrm{Fe}},\dot{\mathrm{K}})\dddot{\mathrm{S}}+2(\dddot{\mathrm{Fe}},\dddot{\mathrm{Al}})\dddot{\mathrm{S}}^3]+12\dot{\mathrm{H}}$
Gelbeisenerz	
a) kalihaltiges	$(\dot{\mathrm{K}}\dddot{\mathrm{S}}+4\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}})+9\dot{\mathrm{H}}$
b) natronhaltiges	$(\dot{\mathrm{Na}}\dddot{\mathrm{S}}+4\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}})+9\dot{\mathrm{H}}$
Pissophan	$\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{S}}$, $\dot{\mathrm{H}}$
Botryogen	$\dot{\mathrm{Mg}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{S}}$, $\dot{\mathrm{H}}$
Kobaltvitriol	$\dot{\mathrm{Co}}^2\dddot{\mathrm{S}}+8\dot{\mathrm{H}}$? und
	$(\dot{\mathrm{Mg}}\dddot{\mathrm{S}}+7\dot{\mathrm{H}})+3(\dot{\mathrm{Co}}\dddot{\mathrm{S}}+7\dot{\mathrm{H}})$
Zinkvitriol	$\dot{\mathrm{Zn}}\dddot{\mathrm{S}}+7\dot{\mathrm{H}}$
Bleivitriol	$\dot{\mathrm{Pb}}\dddot{\mathrm{S}}$
Kupfervitriol	$\dot{\mathrm{Cu}}\dddot{\mathrm{S}}+5\dot{\mathrm{H}}$
Brochantit	$\dot{\mathrm{Cu}}\dddot{\mathrm{S}}+3\dot{\mathrm{Cu}}\dot{\mathrm{H}}$
Kupferbleivitriol (Bleilasur)	$\dot{\mathrm{Pb}}\dddot{\mathrm{S}}+\dot{\mathrm{Cu}}\dot{\mathrm{H}}$?

Sulfate mit Chlormetallen.

Martinsit	$\dot{\mathrm{Mg}}\dddot{\mathrm{S}}+10\,\mathrm{NaCl}$?

Sulfate mit Fluormetallen.

Barytfluſsspath	$\dot{\mathrm{Ba}}\dddot{\mathrm{S}}+3\,\mathrm{CaFl}$?

Digitized by Google

Sulfate mit Silicaten.

Noscan	$\dot{Na}\dddot{S}+(\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si})$, Whitney.
Haüyn	
a) von Albano	$2\dot{Ca}\dddot{S}+(\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si})$, Ders.
b) v. Laachersee	$\left\{\begin{matrix}\dot{Na}\dddot{S}+(\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si})\\+2[2\dot{Ca}\dddot{S}+(\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\dddot{Al}\dddot{Si})]\end{matrix}\right\}$
Lasurstein / Ittnerit	$\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Ca}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dddot{S}$, Cl.

Sulfate mit Carbonaten.

Calstronbaryt	$\dot{Ba}\dddot{S}+(\dot{Sr},\dot{Ca})\ddot{C}$?
Barytsulfocarbonat	$\dot{Ba}\dddot{S}+2\dot{Ba}\ddot{C}$?
Lanarkit	$\dot{Pb}\dddot{S}+\dot{Pb}\ddot{C}$
Leadhillit	$\dot{Pb}\dddot{S}+3\dot{Pb}\ddot{C}$
Caledonit	$2(\dot{Pb}\dddot{S}+\dot{Pb}\ddot{C})+(\dot{Pb}\dddot{S}+\dot{Ca}\ddot{C})$?
Bismutit	$\dddot{Bi}$, $\dddot{S}$, $\ddot{C}$.

Sulfate mit Arseniaten.

Eisensinter *	
a) von Freiberg	$(\dddot{Fe}\dddot{S}^2+15\dot{H})+(\dddot{Fe}^3\dddot{As}^2+15\dot{H})$
b) von Gastein	$3(\dddot{Fe}^2\dddot{S}+5\dot{H})+5(\dddot{Fe}^2\dddot{As}+5\dot{H}.)$

Vgl. Arseniate.

Sulfate mit Phosphaten.

Diadochit	$3(\dddot{Fe}\dddot{S}^2+12\dot{H})+(\dddot{Fe}^5\dddot{P}^3+18\dot{H})$.

B. Mineralien von der Zusammensetzung organischer Verbindungen [1]).

I. Oele.

Steinöl (Naphtha) — C, H. Gemenge von Paraffin und flüssigen Kohlenwasserstoffen.

1) Hierher gehören eigentlich auch die Oxalate und Mellitate (Honigstein, Oxalit u. s. w.).

Digitized by Google

II. Harze und Bitumen.

Bergtheer	Asphalten ($C^{20}H^{32}O^{3}$) und Petrolen ($C^{10}H^{16}$).
Asphalt	C, H, O. Asphalten und Harz.
Bernstein	C, H, O. Bitumen, zwei Harze, ätherisches Oel, Bernsteinsäure.
Retinit	C, H, O. Bitumen und Harze.
a) R. v. Walchow	$C^{12}H^{18}O$. Schrötter.
b) R. v. Giron	$C^{34}H^{53}O^{2}$. Boussing.
c) R. v. Hihgate Hills	$C^{40}H^{64}O$. Johnst.
d) R. v. Settling Stones	$C^{2}H^{3}$. J.
e) Berenguelit	$C^{40}H^{62}O^{8}$.
f) Guayaquillit	$C^{20}H^{26}O^{3}$.
g) Middletonit	$C^{20}H^{22}O$.
Elastisches Erdharz	Hauptbestandtheil vielleicht CH^{2}.
Ozokerit (Erdwachs) / Hatchettine	CH^{2}.
Idryl	$C^{3}H^{2}$.
Idrialin	$C^{42}H^{28}O$. Bödecker.
Scheererit v. Uznach	CH^{4}?
Könlit v. Uznach und Redwitz	$C^{2}H^{2}$.
Fichtelit v. Redwitz	$C^{4}H^{6}$.
Xyloretin	$C^{23}H^{38}O^{2}$. Schrött.
Tekoretin	$C^{5}H^{9}$. Forchh.
Phylloretin	$C^{4}H^{5}$. Ders.
Hartit	$C^{6}H^{10}$. Schrött.
Hartin	$C^{20}H^{34}O^{2}$.
Bogbutter	C, H, O.

III. Kohlen.

Braunkohle / Steinkohle / Anthracit	C, H, O, N.

III. *Analysen ausgezeichneter Mineralien und technischer Producte; vom Dr. C. Schnabel.*

1) *Kobalterz von der Grube Philippshoffnung bei Siegen.* — In dem als Schliech untersuchten Erze fanden sich: Schwefel 23,93, Arsenik 37,13, Kobalt 24,70, Eisen 12,36 auſser 1,20 Gebirgsart und 0,68 Verlust. Es ist demnach Glanzkobalt $[(Co, Fe)S_2 + CoAs]$ mit beigemengtem Schwefelkies.

2) *Sphärosiderit aus dem Basalt der Grube »Alte Birke« bei Eisern unweit Siegen.* — Die Analyse gab Eisenoxydul 43,59, Manganoxydul 17,87, Kalk 0,08, Magnesia 0,24 und Kohlensäure (als Rest) 38,22, entsprechend der Formel: $(FeO, MnO, CaO, MgO)CO_2$.

3) *Mendipit von der Grube Kunibert im Briloner Felde.* — Bei 120° getrocknet ergab er: Blei 85,69, Chlor 9,87 und (als Rest) Sauerstoff 4,44, entsprechend der Formel $PbCl + 2PbO$.

4) *Doppelspath von Brilon* (in klaren farblosen Krystallen) zeigte sich zusammengesetzt aus: Kalk 55,3, Magnesia 0,13, Kohlensäure 43,52 und Wasser 1,07, entsprechend: $(Ca, Mg)O + CO_2$.

5) *Nickelspeise von der Wiſsenbacher Nickelhütte bei Dillenburg,* enthielt Nickel 55,575 Kupfer 2,925, Eisen 0,600, Arsen 31,975, Schwefel 7,955, auſser unlöslichem Rückstand 0,125 und Verlust 0,845.

6) *Nickelhaltiges Garkupfer von der Isabellenhütte bei Dillenburg* bestand aus Kupfer 97,49, Nickel 0,69, Eisen 0,31, Schwefel 0,14, Silicium 1,35.

7) *Käufliches Nickelmetall,* von Henkel in Kassel aus Nickelspeise dargestellt, enthielt Nickel 89,35, Kupfer 7,96, Eisen 2,69.

(Auszug aus der vom Verf. mitgetheilten Beilage zum dieſsjährigen Osterprogramm der höheren Bürger- und Realschule zu Siegen.)

Digitized by Google

IV. *Ueber verschiedene chemische Zustände des Sauerstoffs; von* C. F. Schoenbein.

Ein Gegenstand chemischer Forschung, der bis jetzt noch bei weitem nicht die ihm gebührende Aufmerksamkeit erhalten hat, ist der Einfluſs, den die chemische Vergesellschaftung eines Stoffes auf dessen Affinitätsverhältnisse ausübt. Ein und eben dasselbe Element im isolirten Zustande zeigt nicht selten ein chemisches Verhalten wesentlich verschieden von demjenigen, welches es im gebundenen Zustande äuſsert. Obwohl ich diesen Gegenstand schon früher besprochen habe, so komme ich doch noch einmal darauf zurück, um so eher, als die Annahme de la Rive's und Berzelius's: es könne der isolirte Sauerstoff in zwei wesentlich von einander verschiedenen Zuständen existiren, mir hierzu noch eine besondere Veranlassung giebt.

Unter den einfachen Körpern zeichnet sich in fraglicher Beziehung der Sauerstoff am meisten aus; denn je nachdem derselbe frei oder auf eine gewisse Weise gebunden ist, zeigt er bei gewöhnlicher Temperatur entweder keine Neigung zur chemischen Thätigkeit, oder aber eine sehr gesteigerte. Trockener Sauerstoff geht meines Wissens bei gewöhnlicher Temperatur mit keinem einzigen Elementarstoff eine chemische Verbindung ein, und auſser dem Stickoxyd und dem selbstentzündlichen Phosphorwasserstoff dürfte es auch wenig andere oxydirbare Materien zusammengesetzter Art geben, welche in der Kälte und bei Abwesenheit von Wasser freien Sauerstoff aufzunehmen vermögen. Ganz anders verhält sich der Sauerstoff, wenn derselbe mit gewissen Substanzen vergesellschaftet ist: anstatt, wie man aus theoretischen Gründen vermuthen sollte, gegen oxydirbare Körper noch gleichgültiger zu seyn, als es freier Sauerstoff ist, zeigt er in solchem gebundenen Zustand ein gegentheiliges Verhalten. Unter den Substanzen, welche, mit Sauerstoff sich vergesellschaftend, die chemische Wirksamkeit die-

Digitized by Google

ses Elementes erhöhen, zeichnet sich eine Reihe von Oxyden aus, nach der Formel RO zusammengesetzt, wie z. B. HO, MnO, PbO, AgO. Das zweite Sauerstoffatom, welches diese Oxyde unter gegebenen Umständen aufnehmen, spielt in chemischer wie in Volta'scher Hinsicht eine höchst merkwürdige und eigenthümliche Rolle, eine Rolle, die weder freiem Sauerstoff noch dem ersten Sauerstoffatom der erwähnten Superoxyde zukommt. Das fragliche zweite Sauerstoffatom wirkt in mancher Beziehung ähnlich dem Chlor, Brom und Jod; es giebt diesen Superoxyden ihr ausgezeichnetes elektromotorisches, wie auch ihr so bedeutendes Oxydationsvermögen, welches letztere keinesweges bloſs von der Anwesenheit einer freien Säure bedingt wird, indem durch die erwähnten Superoxyde das Guajakharz gebläut, das Jodkalium zerlegt, das gelbe Blutlaugensalz in das rothe übergeführt wird, ohne daſs hierzu eine freie Säure erforderlich wäre.

Einen höchst merkwürdigen Einfluſs übt das Stickoxyd auf den mit ihm sich vergesellschaftenden Sauerstoff aus. Die zwei Atome Sauerstoffes, welche sich mit dem genannten Oxyd zu Untersalpetersäure verbinden, treten in einen Zustand, der zwar demjenigen noch nicht ganz gleich ist, in welchem sich das zweite Sauerstoffatom der erwähnten Superoxyde befindet, jedoch leicht in denselben übergeführt werden kann. Es ist eine bekannte Thatsache, daſs Untersalpetersäure eine hohe Temperatur aushalten kann, ohne eine Zersetzung zu erleiden, und eben so gut wissen wir, daſs diese Säure im völlig wasserfreien Zustand selbst auf leicht oxydirbare metallische und nicht metallische Substanzen bei gewöhnlicher Temperatur nur unmerklich oxydirend einwirkt. Dieses Verhalten beweist, daſs die Untersalpetersäure für sich allein nichts weniger als ein kräftig oxydirendes Agens ist und als solches mit den angeführten Superoxyden nicht verglichen werden kann. Aber dennoch befindet sich die Hälfte des in dieser Säure enthaltenen Sauerstoffs in einem eigenthümlichen Zustand, was sich aus dem Verhalten derselben zum Wasser abnehmen läſst. Nach

Digitized by Google

meinem Dafürhalten entstehen beim Vermischen der Untersalpetersäure mit Wasser zwei Verbindungen $NO_4 + HO_2$ und $NO_2 + HO_2$, von denen die erste das $NO_5 + HO$ der heutigen Chemie ist, und die zweite als das Hydrat von NO_3 betrachtet werden könnte. Wie ich dieſs an einem andern Orte der Annalen angedeutet habe, entsteht nach meiner Ansicht das zur Bildung der erwähnten Verbindungen nöthige Wasserstoffsuperoxyd dadurch, daſs sich zwei Aequivalente Untersalpetersäure und zwei Aeq. Wassers in $NO_4 + HO_2$ und $NO_2 + HO_2$ umsetzen. Meiner Meinung nach beruhen die so ausgezeichneten oxydirenden Eigenschaften von $NO_4 + HO_2$ und $NO_2 + HO_2$ auf dem zweiten Sauerstoffatom, enthalten in dem Wasserstoffsuperoxyd dieser Verbindungen. Da aber HO_2 durch NO_2 weniger innig als durch NO_4 gebunden wird, so übertrifft auch das Oxydationsvermögen des Stickwasserstoffsuperoxydes dasjenige des Salpetersäurehydrates.

Die schweflichte Säure $= SO_2$, indem sie sich noch mit einem Sauerstoffatom vergesellschaftet, versetzt letzteres in einen Zustand, ähnlich demjenigen, in welchem die Hälfte des Sauerstoffs, enthalten in der Untersalpetersäure, sich befindet. Kommt zu der trockenen Schwefelsäure Wasser, so vereinigt sich das dritte Sauerstoffatom derselben mit HO, um $SO_2 + HO_2$ zu bilden. Schweflichte Säure und Untersalpetersäure können sich mit einander zu Rose's sogenanntem doppeltschwefelsauren Stickoxyd verbinden, ohne daſs hierdurch eine wesentliche Veränderung des Zustandes der in dieser Verbindung enthaltenen Sauerstoffatome bewerkstelligt würde. Fügt man aber der Verbindung $= 2SO_2 + NO_4$ Wasser zu, so vereinigen sich zwei Aeq. des letztern mit zwei Atomen Sauerstoffes zu Wasserstoffsuperoxyd, welches mit der schweflichten Säure zu Schwefelsäurehydrat sich verbindet. $2SO_2 + NO_4 + 2HO = 2(SO_2 + HO_2) + NO_2$.

Noch giebt es viele andere Sauerstoffverbindungen, in welchen ein oder mehrere Sauerstoffatome im chemisch erregten Zustande sich befinden, wie z. B. in den verschiedenen Säuren des Chlors, Broms, Jods, in der Chrom-

Digitized by Google

säure, Uebermangansäure u. s. w.; es reichen aber die angeführten Beispiele hin, um zu zeigen, was ich unter chemisch erregtem Zustande des Sauerstoffs verstehe.

Wenn es nun eine wohl ermittelte Thatsache ist, daſs die chemische Wirksamkeit des Sauerstoffs durch dessen Vergesellschaftung mit gewissen Materien erhöht wird, so scheint es mir sehr wünschenswerth zu seyn, den ungewöhnlichen Zustand dieses Elementes auch mit einem besondern Worte zu bezeichnen, und ich schlage zu diesem Behufe den vielleicht nicht ganz passenden Ausdruck *»oxylisirt* oder *Oxylisation«* vor, womit also die Geneigtheit oder Fähigkeit des Sauerstoffes bezeichnet seyn soll, schon bei gewöhnlicher Temperatur aus einer Verbindung sich abzulösen, um auf einen andern oxydirbaren Körper sich zu werfen. Unter dem Ausdruck *»Oxylyse«* hätte man daher die Umänderung des bei gewöhnlicher Temperatur unthätigen Sauerstoffes in chemisch erregten zu verstehen. Es wäre vielleicht auch zweckmäſsig, in chemischen Formeln über das Zeichen der oxylisirten Sauerstoffatome ein kleines lateinisches o zu setzen, um hierdurch den eigenthümlichen Zustand dieser Atome anzudeuten. $HO\overset{o}{O}$, $PbO\overset{o}{O}$, $MnO\overset{o}{O}$, $AgO\overset{o}{O}$, $SO_2 + HO\overset{o}{O}$, $NO_4 + HO\overset{o}{O}$ bezeichneten demnach die Superoxyde des Wasserstoffs, Bleies, Mangans, Silbers und die sogenannten Hydrate der Schwefelsäure und Salpetersäure.

Da mich Gründe der Analogie bestimmen, Berthollet's Ansicht über die Natur des Chlors für wahrscheinlicher als die Davy'sche Hypothese zu halten, so betrachte ich Chlor, Brom und Jod als die Superoxyde der noch nicht getrennten Elemente: Murium, Bromium und Jodium; deshalb schreibe ich auch den Oxyden MO, BrO und JO das Vermögen zu, den mit ihnen sich verbindenden Sauerstoff zu oxylisiren, und möchte ich dem Chlor, Brom und Jod die Formeln: $MO\overset{o}{O}$, $BrO\overset{o}{O}$, $JO\overset{o}{O}$ anstatt A, Br, J geben. Das von letztern Körpern in so ausgezeichnetem Grade besessene Oxydationsvermögen muſs ich deshalb auch dem

Digitized by Google

von mir in ihnen angenommenen oxylisirten Sauerstoffatom beimessen und im Widerspruch mit den Ansichten des Tages annehmen, daſs die sogenannten Salzbildner auf eine unmittelbare Weise und nicht z. B. durch Wasserzersetzung oxydirende Wirkungen hervorbringen [1]).

In Betreff dieser Ansichten scheint mir die enge Beziehung beachtenswerth zu seyn, in welchen die oxylisirten Sauerstoffatome, enthalten in den Superoxyden, dem Salpetersäurehydrat u. s. w. stehen zu den sogenannten Wasserstoffsäuren des Chlors, Broms u. s. w. Aus diesen Säuren werden bekanntlich durch die erwähnten Sauerstoffverbindungen Chlor, Brom und Jod abgeschieden, und meiner Ansicht zufolge müssen die hierbei stattfindenden Zersetzungen in folgender Weise erklärt werden. Kommen z. B. zwei Aequivalente $MO + HO$ (Chlorwasserstoffsäure) mit einem Aeq. $PbO\mathring{O}$ zusammen, so tritt ein Aeq. MO mit PbO in Verbindung, und vereinigt sich ein Aeq. MO mit $\mathring{O}$, während die zwei Aeq. Wassers, welche in $2(MO + HO)$ vorhanden waren, ausgeschieden werden.

Da umgekehrt durch Chlor u. s. w. manche Oxyde in Superoxyde übergeführt werden, so muſs ich die Bildung der letztern unter den erwähnten Umständen aus einem Umtausch des oxylisirten Sauerstoffes ableiten. Treffen z. B. zwei Aeq. $PbO + HO$ mit einem Aeq. $MO\mathring{O}$ zusammen, so nimmt ein Aeq. PbO das MO auf, um sogenanntes Chlorblei zu bilden, und vereinigt sich das andere PbO mit $\mathring{O}$ zu $PbO\mathring{O}$, während zwei Aeq. Wassers ausgeschieden werden. Wie also zwei Aeq. Muriumoxydhydrat (Chlorwasserstoffsäure) mit einem Aeq. Bleisuperoxyd sich in ein

1) Obgleich das Cyan vom Chlor in vielen Beziehungen abweicht, so läſst sich doch nicht in Abrede stellen, daſs zwischen beiden Körpern mancherlei Uebereinstimmung stattfindet. Würde man von der Berzelius-schen Hypothese ausgehen, gemäſs welcher der Stickstoff aus Nitricum und Sauerstoff ($= NO$) bestände, so lieſse sich zwischen Cyan und Chlor in Bezug auf deren chemische Natur und ihr Oxydationsvermögen eine Analogie herstellen. Cyan wäre $= CN\mathring{O}$, Chlor $= MO\mathring{O}$.

Digitized by Google

Aeq. $MO\mathring{O}$, ein Aeq. $MO+PbO$ und zwei Aeq. HO umsetzen, so auch zwei Aeq. Bleioxydhydrat und ein Aeq. Muriumsuperoxyd in $PbO\mathring{O}$, $MO+PbO$ und zwei Aeq. HO. Es würden somit die beiden erwähnten Reactionen auf dem gleichen chemischen Grunde beruhen, nämlich auf dem groſsen Bestreben von Muriumoxyd sich mit Bleioxyd zu verbinden, wie auch auf der Fähigkeit von MO und PbO sich mit oxylisirtem Sauerstoff zu sogenannten Superoxyden zu vereinigen.

Wie es sich nun aber auch mit meiner Ansicht über die Natur des Chlors u. s. w. verhalten mag, sicher ist, daſs in vielen Fällen die chemische Wirksamkeit des Sauerstoffs wesentlich dadurch erhöht wird, daſs dieses Element mit gewissen (in der Regel bereits oxydirten) Substanzen sich vergesellschaftet, und daſs dieser Sauerstoff ähnlich sich verhält derjenigen Materie, welche ich Ozon genannt habe.

Wäre dieses Ozon nun wirklich, nach de la Rive's Meinung, nichts anderes als reiner Sauerstoff von eigenthümlicher allotropischer Modification, so würde eine solche Thatsache beweisen, daſs Sauerstoff auch noch durch andere Mittel als durch das der chemischen Vergesellschaftung in einen Zustand versetzt werden könnte, ähnlich demjenigen, in welchem ein Theil des Sauerstoffs, enthalten in den Superoxyden u. s. w., existirt. Man müſste mit anderen Worten annehmen, daſs die Oxylyse des Sauerstoffs auch durch die Elektricität und gewisse Contactswirkungen, oder, wie sich Berzelius ausdrückt, durch katalytische Thätigkeiten gewisser Stoffe bewerkstelligt werden könnte. Ob ich gleich bereits einige Gründe angegeben habe, weshalb ich der von dem berühmten Genfer Physiker aufgestellten Hypothese nicht beizutreten vermag, so kann ich doch nicht umhin, noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen, da sich nun auch die erste chemische Autorität unserer Zeit entschieden zu Gunsten der Ansicht des Hrn. de la Rive ausgesprochen hat.

Gegen diese Hypothese gebe ich Folgendes zu bedenken:

Digitized by Google

1) Es ist keine einzige Thatsache bekannt, welche zeigt, daſs irgend ein einfacher Körper in seinen chemischen Eigenschaften durch elektrische Einwirkung irgendwie verändert würde. Es stände somit die Ueberführung des gewöhnlichen Sauerstoffs in Ozon als eine Thatsache da, völlig vereinzelt und ohne alle Analogie.

2) Es giebt eine Menge unbezweifelter Thatsachen, welche darthun erstens, daſs der Sauerstoff, indem er gewisse Verbindungen eingeht, sich oxylisirt, und zweitens, daſs die Elektricität gewisse Materien bestimmt, sich chemisch unter einander zu vereinigen.

3) Ist die de la Rive'sche Hypothese begründet, so muſs angenommen werden, daſs ein gewisser Grad von Hitze den ozonisirten Sauerstoff wieder in seinen gewöhnlichen Zustand zurückführt, d. h. dessen Oxydationsvermögen schwächt. Eine solche Modification oder Allotropification eines einfachen gasförmigen Körpers, bewerkstelligt durch Wärme, würde eine eben so vereinzelte und jeder Analogie entbehrende Thatsache seyn, als es die durch Elektricität bewerkstelligte Ozonisation des gewöhnlichen Sauerstoffs wäre. Und jene durch die Wärme verursachte Zustandsveränderung des ozonisirten Sauerstoffs müſste um so auffallender erscheinen, als wohl bekannt ist, daſs in der Regel mit der Zunahme der Temperatur auch die oxylirende Kraft des gewöhnlichen Sauerstoffs sich steigert. Gemäſs der Ansicht, welche das Ozon als eine höhere Oxydationsstufe des Wasserstoffs betrachtet, begreift sich dessen Zerstörung durch Wärme so zu sagen von selbst: es findet unter diesen Umständen eine Zersetzung des oxydirten Wassers statt.

4) Phosphor mit möglichst wasserfreien Gasgemengen von Sauerstoff und Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlensäure in Berührung gesetzt, vermag, nach meinen und Hrn. Marignac's Versuchen, kein Ozon in wahrnehmbarer Menge zu erzeugen; es tritt aber dieser Körper unter sonst gleichen Umstän-

Digitized by Google

den um so reichlicher auf, je reicher die besagten Gasgemenge an Wasserdampf sind.

5) Es liegt meines Wissens bis jetzt noch kein Versuch vor, der darthut, daſs sogenannter trockner Sauerstoff, wie lange man denselben auch elektrischer Einwirkung unterworfen haben mag, in merklicher Menge durch Lösungen von Jodkalium und gelbem Blutlaugensalz, durch schwammförmiges Silber u. s. w. verschluckt worden wäre. Thatsache ist nur, daſs durch elektrische Behandlung solchen trocknen Sauerstoffs in ihm der bekannte elektrische Geruch entwickelt wird, und dieses Gas die Fähigkeit erhält, Jodkaliumkleister augenblicklich zu bläuen. Man sieht aber leicht ein, daſs die kleinsten Mengen von Wasser, noch anwesend im fraglichen Sauerstoff, hinreichen würden, um so viel Ozon zu erzeugen, als nöthig wäre das Geruchsorgan zu afficiren und den so empfindlichen Jodkaliumkleister merklich zu färben. Aus den angeführten Gründen kommt es mir daher viel weniger gewagt vor, selbst in dem aus geschmolzenem chlorsauren Kali erhaltenen Sauerstoff noch Spuren von Wasserdampf anzunehmen, als vorauszusetzen: die Elektricität oder der Phosphor sey im Stande, den gewöhnlichen Sauerstoff zu oxylisiren und ihm Eigenschaften zu ertheilen, die denselben beinahe zu einem neuen Körper machen.

Gelingt es aber einmal Jemand: auch nur einen einzigen Cubikzoll gemeinen und für trocken erklärten Sauerstoffs unter elektrischem Einfluſs so vollkommen zu ozonisiren, d. h. so zu verändern, daſs dieser Cubikzoll von Jodkaliumlösung oder fein zertheiltem Silber gänzlich verschluckt wird; oder weist ein Chemiker nach, daſs das Gewicht von Chlorcalcium oder Schwefelsäurehydrat nicht zunimmt, durch welche man groſse Mengen durch Phosphor erst stark ozonisirter und dann möglichst getrockneter atmosphärischen Luft hat strömen lassen, nachdem letztere vorher, zum Behufe der Zerstörung des Ozons, durch eine enge und stark erhitzte Röhre gegangen; ich sage: sind ein-

Digitized by Google

mal diese Thatsachen auſser Zweifel gestellt, so will ich der Ansicht des Hrn. de la Rive beitreten, trotz ihrer Auſserordentlichkeit, und trotz des bedenklichen Umstandes, daſs der Hypothese meines ausgezeichneten Freundes gar keine Analogien zur Seite stehen.

Da aber Gründe der Analogie, welches Gewicht sie auch haben mögen, in wissenschaftlichen Fragen noch keineswegs entscheidend sind, so bin ich auch weit entfernt, die Unmöglichkeit der Richtigkeit der fraglichen Ansicht behaupten zu wollen. Die Geschichte der Wissenschaft ist reich an Beispielen, die da zeigen, daſs Dinge, welche für unmöglich erklärt wurden, sich endlich doch als Wirklichkeiten geltend machten, wie auch umgekehrt Manches, was in der Vorstellung der Menschen lange als wirklich existirte, zuletzt doch wieder in das Gebiet der Unwesenheit verwiesen werden muſste.

Setzen wir nun den möglichen Fall: die Richtigkeit der de la Rive'schen Hypothese werde durch künftige entscheidende Versuche auſser Zweifel gestellt, so würde hiedurch das Ozon ein Interesse von auſserordentlicher Art gewinnen, ein Interesse, das, wie sich der illustre schwedische Chemiker brieflich gegen mich ausdrückt, Millionen Male gröſser wäre als selbst dasjenige, welches dieser merkwürdige Körper besäſse, falls derselbe ein neues Element seyn würde. Die Richtigkeit der Ansicht de la Rive's vorausgesetzt, würden viele wohlbekannten chemischen Erscheinungen und Reactionen ganz anders als bisher erklärt werden müssen, und es sey mir gestattet, jetzt schon hierüber einige Andeutungen zu geben.

1) Gemäſs der fraglichen Hypothese müſste man annehmen, daſs wie es Körper gäbe, die durch bloſse Berührung den gewöhnlichen Sauerstoff in Ozon überführen, so auch Substanzen existirten, welche ebenfalls durch bloſse Berührung sowohl den freien als in gewissen Fällen auch den gebundenen oxylisirten Sauerstoff in gewöhnlichen umzuändern vermögen. Phosphor und Platin würden der ersteren Klasse von Körpern angehören, und Kohle

der zweiten, welche letztere Materie bekanntlich das Ozon, das Wasserstoffsuperoxyd, die sogenannte Uebermangansäure und das erste Hydrat der Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur zerstört, ohne hiebei selbst oxydirt zu werden. Gewisse schon oxydirte Körper, wie z. B. das Bleioxyd, indem sie noch weiteren gewöhnlichen Sauerstoff aufnehmen, oxylisiren diesen, andere Körper dagegen, indem sie sich mit oxylisirtem Sauerstoff verbinden, wandeln denselben in gewöhnlichen Sauerstoff um, wie dieſs die meisten Metalle thun, in sofern sie in Berührung mit Ozon zunächst auf die erste Stufe ihrer Oxydation erhoben werden. In manchen Fällen müſste man annehmen, daſs freier oder gebundener oxylisirter Sauerstoff ohne Veränderung seines Zustandes auf andere Körper übergetragen würde. Ozon läſst sich direct mit PbO zu $PbO\overset{o}{O}$ verbinden und das $\overset{o}{O}$ von $HO\overset{o}{O}$ unverändert auf PbO übertragen.

2) Da die Volta'sche wie die gemeine Elektricität den gewöhnlichen Sauerstoff oxylisirt, so könnte möglicherweise die Elektrolyse des Wassers auf einer Oxylyse des Sauerstoffs beruhen. Indem die strömende Elektricität auf eine uns freilich noch gänzlich unbegreifliche Weise den Sauerstoff des Wassers oxylisirte, würde dieser Sauerstoff in seinem ungewöhnlichen Zustande nicht mehr mit dem Wasserstoff verbunden bleiben können. Warum aber der auf elektrolytischem Wege aus dem Wasser entbundene Sauerstoff dem gröſsten Theile nach als gewöhnlicher Sauerstoff auftritt, und nur der kleinste Theil im oxylisirten Zustand (als Ozon) verharrt, wäre freilich schwer zu sagen. Sollte etwa diese Umänderung des $\overset{o}{O}$ in O einer Einwirkung der positiven Elektrode zugeschrieben und angenommen werden dürfen, daſs dieselbe den durch den Strom oxylisirten Sauerstoff sofort dem gröſseren Theil nach wieder in den gewöhnlichen Zustand überführe in eben der Weise, in der z. B. Gold oder Platin eine solche Zustandsverän-

Digitized by Google

derung im oxylisirten Sauerstoff des oxydirten Wassers bewerkstelligt? Höchst beachtungswerth ist jedenfalls der Umstand, daſs der an der positiven Elektrode ausgeschiedene Sauerstoff im Augenblicke seiner Trennung vom Wasserstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur eine groſse Zahl von Oxydationswirkungen hervorbringt, deren der gewöhnliche Sauerstoff unter den gleichen Umständen völlig unfähig ist. Dieser in elektrolytischer Ausscheidung begriffene Sauerstoff besitzt in der That genau alle die oxydirenden Eigenschaften, welche dem Ozon zukommen; denn wie dieser Körper organische Farbstoffe zerstört, das Guajakharz bläut, eine Reihe von Metallen oxydirt, das Jodkalium zersetzt, das gelbe Blutlaugensalz in das rothe verwandelt und das Bleioxyd in das Superoxyd überführt: so auch der Sauerstoff, der sich an der positiven Elektrode entbindet, falls er im Augenblicke seiner Ausscheidung mit den erwähnten Substanzen in Berührung kommt. Bisher hat man die fraglichen Oxydationswirkungen dem sogenannten *Status nascens* zugeschrieben, indem man sich vorstellte, der gasförmige Zustand eines Körpers wirke seiner Affinität entgegen. Da aber das Ozon trotz seiner Gasförmigkeit ein eminent oxydirendes Agens ist, so beweist diese Thatsache, daſs der chemisch erregte Zustand dieses merkwürdigen Körpers nicht von Cohärenzverhältnissen abhängig ist, und erscheint es deshalb auch als möglich, ja als sehr wahrscheinlich, daſs es nicht der *Status nascens* ist, welcher dem auf elektrolytische Weise sich entbindenden Sauerstoff sein groſses Oxydationsvermögen verleiht. Nähme man an: dieser Sauerstoff befände sich im Augenblicke seiner Abtrennung vom Wasserstoff in einem Zustande gleich dem, in welchem das Ozon existirt, so würden die fraglichen Oxydationserscheinungen leicht begreiflich werden. Gegen die Ansicht, welche die Elektrolyse des Wassers von einer Oxylyse des Sauerstoffs abhängig machte, lieſsen sich freilich mancherlei Einwendungen machen, na-

mentlich auch die, daſs bei ihrer Annahme die Elektrolyse im Allgemeinen von einem ganz anderen als dem bisher angenommenen Standpunkte aus betrachtet werden müſste.

3) Gewisse zersetzende Einwirkungen des Lichts müſsten vielleicht ebenfalls von einer Zustandsveränderung des Sauerstoffs, bewerkstelligt durch jenes Agens, abgeleitet werden. Wie es scheint zerstört das starke Sonnenlicht langsam das Ozon, was ich aus dem Umstande schlieſsen möchte, daſs dieser Körper, in luftdicht verschlossenen Flaschen der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt, etwas rascher verschwindet, als dieſs bei gleicher Temperatur in der Dunkelheit geschieht. Mehrere Superoxyde verlieren bei ihrer Insolation einigen Sauerstoff, und wohl bekannt ist, daſs möglichst concentrirte Salpetersäure vom Sonnenlicht ziemlich rasch in Untersalpetersäure, Sauerstoff und Wasser zerlegt wird. Diese Zersetzungserscheinungen würden sich durch die Annahme erklären, daſs das Licht unter gewissen Umständen das $\overset{\circ}{O}$ in O überzuführen vermöge.

4) Noch viel kräftiger als das Licht wirkt die Wärme sowohl auf freien als gebundenen oxylisirten Sauerstoff ein. Meine und Marignac's Versuche haben gezeigt, daſs bei einem gewissen Hitzgrade das Ozon zerstört, nach de la Rive's Hypothese also der oxylisirte Sauerstoff in gemeinen übergeführt wird. Bekannt ist auch, daſs die Superoxyde des Wasserstoffs, Bleies u. s. w., das erste Salpetersäurehydrat, die Uebermangansäure u. s. w. leicht durch Wärme zersetzt werden, und der hiebei ausgeschiedene Sauerstoff im gewönhlichen Zustande auftritt. Schreibt man der Wärme das Vermögen zu $\overset{\circ}{O}$ in O zu verwandeln, so würde $HO\overset{\circ}{O}$, $PbO\overset{\circ}{O}$, $NO_4 + HO\overset{\circ}{O}$ u. s. w. dadurch zerlegt, daſs man das $\overset{\circ}{O}$ dieser Verbindungen durch die Wärme in O überführte. Warum in den Superoxyden des Muriums, Bromiums und

Digitized by Google

und Jodiums der oxylisirte Sauerstoff durch Erhitzung nicht in den gewöhnlichen Zustand zurückgeführt, d. h. in Oxyd und gemeinen Sauerstoff zerlegt wird, wüſste ich eben so wenig zu sagen, als daſs ich den Grund anzugeben vermöchte, weshalb das oxydirte Sauerstoffatom des Mangansuperoxyds zu dessen Ueberführung in gewöhnlichen Sauerstoff eines viel höheren Hitzgrades bedarf, als derjenige ist, bei welchem das Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und gewöhnlichen Sauerstoff zerfällt. Bei Gegenwart von Körpern, welche geneigt sind, mit dem Muriumoxyd sich zu verbinden, findet jedoch die Ueberführung des im Muriumsuperoxyd enthaltenen oxylisirten Sauerstoffs in gewöhnlichen durch die Wärme sehr leicht statt. Leitet man bei höherer Temperatur Chlor über Kali, Natron u. s. w., so entbindet sich aus $MO\overset{o}{O}$ (Cl) das $\overset{o}{O}$, es wird aber letzteres sofort durch die Wärme in O übergeführt. Die gleiche Veränderung wird bewerkstelligt, wenn bei höherer Temperatur oder bei Lichteinfluſs HO mit $MO\overset{o}{O}$ in Berührung kommt. Anders verhält es sich, wenn das Muriumsuperoxyd bei gewöhnlicher Temperatur mit Kali u. s. w. zusammentrifft. Setzt man sechs Aeq. KO, in Wasser gelöst, mit sechs Aeq. $MO\overset{o}{O}$ in Wehselwirkung, so nimmt ein Aeq. $M\overset{o}{O}O$ noch ein Aeq. $\overset{o}{O}$ und ein Aeq. KO ein Aeq. $\overset{o}{O}$ auf, wobei dann $MO\overset{o}{O}^5$ $+KO\overset{o}{O}(ClO^5+KO)$ und fünf Aeq. $MO+KO(ClK)$ gebildet werden. Bei höherer Temperatur desoxylisiren sich die sechs Aeq. $\overset{o}{O}$, enthalten in dem sogenannten Kalichlorat, und entweichen aus der Verbindung, während MO mit KO zu salzsaurem Kali sich vereinigt.

Da der Sauerstoff unstreitig das wichtigste aller Elemente ist und die Oxydation immer noch den Mittelpunkt der chemischen Erscheinungen bildet, so muſs auch jede Thatsache, die verspricht, auch nur einigermaſsen unsere

Kenntniſse über jenen merkwürdigen Körper zu erweitern, und unsere Einsicht in die so bedeutungsvolle Einwirkung desselben auf die übrigen Materien zu erhöhen, die Aufmerksamkeit des Chemikers ganz besonders in Anspruch nehmen. Deshalb hoffe ich auch, daſs das Ozon künftighin die Pfleger der Chemie mehr als bisher interessiren werde, und wünsche ich jedenfalls, daſs die Naturforscher diesem Gegenstand mit allem, was sich daran knüpft, diejenige Beachtung schenken möchten, welche mir derselbe zu verdienen scheint.

Die Geschichte der Wissenschaft lehrt, wie nicht selten zur Erweiterung der letzteren nicht unwesentlich der Umstand beigetragen hat, daſs man anfing wohl bekannte Erscheinungen von neuen Gesichtspunkten aus zu betrachten. Für die Chemie im Allgemeinen und insbesondere für die allereinfachsten Phänomene dieser Wissenschaft solche neue Gesichtspunkte zu gewinnen, scheint mir sehr wünschenswerth zu seyn; denn ohne solche, fürchte ich, dürfen wir auf diesem Gebiete kaum auf groſse und tiefgreifende Entdeckungen hoffen, und werden unsere Fortschritte weniger in der Erweiterung der Theorie der chemischen Erscheinungen, als in der Anhäufung des ohnehin schon so groſs und lästig gewordenen Materials von Thatsachen bestehen. Sollte sich wirklich das Ozon als bloſser modificirter Sauerstoff erweisen, so dürfte ein genaueres Studium jenes räthselhaften Körpers vielleicht Einiges dazu beitragen, die Oxydationsphänomene unter einen neuen Gesichtspunkt zu stellen.

Basel, im April 1847.

Digitized by Google

V. *Die Schleimsäure und ihre Salze;*
von R. Hagen.

Die Schleimsäure ist von Scheele bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Gummi und Milchzucker entdeckt worden. Berzelius [1]) lehrte zuerst die Zusammensetzung derselben kennen, indem er sowohl die freie Säure, wie auch die Verbindung derselben mit Bleioxyd der Analyse unterwarf. Seine Analysen führten ihn für die freie Säure zu der Formel $C_6H_5O_8$, und für die Bleioxydverbindung zu der Formel $C_6H_5O_8 + PbO$. Berzelius betrachtete demnach die Schleimsäure als eine wasserfreie Säure. Malaguti [2]) widerlegte diese Ansicht in Folge der Resultate, die er bei der Analyse des schleimsauren Aethers und des schleimsauren Silberoxyds erhielt, und die nur mit den Formeln $C_6H_4O_7 + \overline{AeO}$ und $C_6H_4O_7 + AgO$ in Einklang zu bringen waren, aus denen folgte, daſs das schleimsaure Bleioxyd 1 Aeq. Wasser enthalte, und daſs die Schleimsäure, wie die meisten der organischen Säuren, ein Hydrat sey.

Liebig [3]) machte es in einer Abhandlung über die Constitution der organischen Säuren sehr wahrscheinlich, daſs die von Malaguti für die Schleimsäure aufgestellte Formel $C_6H_4O_7 + 1Aq$ zu verdoppeln und dieselbe als eine zweibasische Säure zu betrachten sey; indem er auf die Zusammensetzung der Pyroschleimsäure und auf die einiger schleimsauren Salze hinwies. Um jedoch diese Frage mit Sicherheit entscheiden zu können, war die damals gekannte Anzahl der schleimsauren Salze zu gering, und ich habe daher, theils um über die Constitution der schleimsauren Salze entscheiden, theils um einzelne Erscheinungen,

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, VIII, S. 32.

2) *Annales de chim. et phys., LXIII, p.* 91.

3) Annalen der Pharmacie, Bd. XXVI, S. 160.

Digitized by Google

die bei der Bildung der Schleimsäure aus Milchzucker auftreten, erklären zu können, nachstehende Arbeit unternommen.

Stellt man Schleimsäure nach der von **Berzelius** angegebenen Methode dar, indem man 1 Th. Milchzucker mit 6 Th. Salpetersäure und 1 Th. Wasser so lange digerirt, bis die eingetretene Gasentwicklung abzunehmen anfängt, so erhält man stets neben der Schleimsäure noch eine beträchtliche Quantität an Kleesäure, und auſserdem entwickelt sich reichlich Kohlensäure, entweder als Oxydationsproduct eines Theiles des Kohlenstoffs des Milchzuckers, oder als Oxydationsproduct der Kleesäure. Es schien mir nun von Interesse zu untersuchen, ob die Bildung der Kleesäure zu vermeiden sey, und in welchem Verhältniſs die erhaltene Quantität Schleimsäure zu der verwandten Quantität an Milchzucker bei Anwendung variirender Mengen von Salpetersäure und Wasser stehe.

15 Grm. Milchzucker wurden mit verdünnter Salpetersäure (1 Th. Säure von 1,35 spec. Gew. und 4 Th. Wasser) gekocht und in demselben Maaſse, in dem die verdünnte Säure verdampfte, wurde neu hinzugefügt. Nach 10stündigem Kochen, während dessen sich dem Anscheine nach nur eine geringe Menge rother Dämpfe entwickelt hatte, wurde der Versuch unterbrochen. Nach Verlauf mehrer Tage schied sich aus der klaren Flüssigkeit eine sehr geringe Menge Schleimsäure ab, dagegen zeigte sich dieselbe sehr reich an Kleesäure.

2 Loth Milchzucker (29,222 Grm.) wurden mit 8 Loth Salpetersäure (1,35 spec. Gew.) und 2 Loth Wasser so lange digerirt, bis die eingetretene Gasentwicklung abzunehmen anfing. Das Ganze wurde alsdann erkalten gelassen, mit einer hinreichenden Menge kalten Wassers verdünnt und die abgesetzte Schleimsäure abfiltrirt. Die Quantität derselben betrug 9,03 Grm. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde bis zur Syrupsdicke eingedampft, wonach sich

Digitized by Google

beim Erkalten noch 1,463 Grm. Schleimsäure absetzten; in der von dieser abfiltrirten Flüssigkeit wurde die Kleesäure dadurch bestimmt, daſs dieselbe zuvörderst mit kohlensaurem Ammoniak gesättigt wurde, alsdann mit einem Ueberschuſs von Essigsäure versetzt und die Kleesäure aus der kochenden Flüssigkeit durch Chlorcalcium gefällt wurde. Die geringe Quantität an schleimsaurer Kalkerde, die noch in der Flüssigkeit enthalten seyn konnte, wurde durch die Essigsäure in Auflösung gehalten. Die von der kleesauren Kalkerde abfiltrirte Flüssigkeit war braun gefärbt, und enthielt demnach noch organische Substanz. Die erhaltene kleesaure Kalkerde wurde durch Glühen in kohlensaure umgewandelt; ihr Gewicht betrug 1,780 Grm., was 1,274 Grm. wasserfreier Kleesäure entspricht. 100 Gewichtstheile Milchzucker hatten demnach geliefert:

35,89 Schleimsäure,
4,35 wasserfreie Kleesäure.

Bei einem anderen Versuch, der in derselben Weise und genau mit denselben Quantitäten von Milchzucker, Salpetersäure und Wasser angestellt wurde, wurden erhalten 10,37 Grm. Schleimsäure und 2,913 Grm. kohlensaurer Kalkerde, die 2,085 wasserfreier Kleesäure entsprechen; was auf 100 Th. Milchzucker berechnet,

35,4 Schleimsäure,
7,13 wasserfreie Kleesäure

giebt.

15 Grm. Milchzucker wurden mit dem 10fachen an concentrirter Salpetersäure während mehrerer Stunden im Sieden gehalten, alsdann erkalten gelassen und dann eben so verfahren, wie in den vorher angeführten Versuchen. Es wurden hierbei 4,31 Grm. Schleimsäure und 3,82 wasserfreie Kleesäure erhalten, oder von 100 Gewichtstheilen Milchzucker:

28,73 Schleimsäure,
14,25 wasserfreie Kleesäure.

Reine Schleimsäure wird von concentrirter Salpetersäure sehr wenig angegriffen. Eine geringe Quantität der Säure

wurde während sechs Stunden mit concentrirter Salpetersäure gekocht. Beim Erkalten schlug sich fast die ganze Quantität der angewandten Schleimsäure zu Boden, und in der darüber stehenden Salpetersäure lieſsen sich nur geringe Mengen von Kleesäure nachweisen.

Aus diesen Versuchen geht nun hervor:

1) daſs bei der Erzeugung der Schleimsäure durch Einwirkung von Salpetersäure auf Milchzucker jedesmal Kleesäure als Nebenproduct auftritt, und zwar vorzugsweise als directes Oxydationsproduct des Milchzuckers, und nur in geringer Quantität als Oxydationsproduct der Schleimsäure;
2) daſs man bei der Anwendung einer mäſsig concentrirten Salpetersäure ein Maximum an Schleimsäure erhält; daſs bei der Anwendung einer concentrirten Salpetersäure eine geringere Quantität Schleimsäure erhalten wird, hat wahrscheinlich darin seinen Grund, daſs ein Theil derselben auf Kosten der Salpetersäure in Kleesäure übergeführt wird;
3) daſs bei der Einwirkung einer sehr verdünnten Salpetersäure auf Milchzucker fast ausschlieſslich Kleesäure gebildet wird.

Die in den meisten Lehrbüchern ausgesprochene Ansicht, daſs der Milchzucker $C_{12}H_{12}O_{12}$ bei der Behandlung mit Salpetersäure, durch Aufnahme von 6 Aeq. Sauerstoff und Ausscheidung von 2 Aeq. Wasser, in Schleimsäure übergehe, ist demnach unhaltbar.

Vergleicht man die angewandten Quantitäten an Milchzucker mit den erhaltenen Quantitäten an Schleimsäure, so hat der Versuch ergeben, daſs im günstigsten Fall von 100 Gewichtstheilen Milchzucker 35,9 Gewichtstheile Schleimsäure erhalten werden. In 100 Th. Milchzucker sind aber 40 Proc. Kohlenstoff enthalten; in 35,9 Schleimsäure nur 12,46 Gewichtstheile Kohlenstoff. Demnach wird also kaum der dritte Theil des angewandten Milchzuckers durch Salpetersäure in Schleimsäure übergeführt, und die übrige Quantität desselben wird, theils zur Bildung von Kleesäure, theils zur Erzeugung von Kohlensäure verwandt.

Digitized by Google

Was die Constitution der Schleimsäure anbetrifft, so geht aus der nachstehenden Untersuchung der schleimsauren Salze klar hervor, daſs die Formel $C_6H_4O_7 + 1Aq$ zu verdoppeln sey; namentlich spricht die Zusammensetzung des Kali-, Natron-, Baryt- und Kalkerdesalzes dafür, die sämmtlich auf $C_{12}H_8O_{14}$ eine ungerade Zahl an Aequivalenten Krystallwasser enthalten; wollte man die Zusammensetzung derselben durch die Formel $C_6H_4O_7$ ausdrücken, so wäre man alsdann gezwungen in diesen Salzen halbe Aequivalente Krystallwasser anzunehmen, eine Annahme, die allen Principien der Chemie zuwiderläuft.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der untersuchten schleimsauren Salze über.

Schleimsaures Kali.

a) Neutrales Salz.

$C_{12}H_8O_{14}, 2KO + Aq$ (lufttrocken und bei 100°);
$C_{12}H_8O_{14}, 2KO$ bei 150°

wird erhalten durch Sättigung der Schleimsäure mit Kali oder kohlensaurem Kali. Aus einer siedendheiſsen Lösung setzt sich dieses Salz in weiſsen krystallinischen Körnern ab, die lufttrocken und bei 100° dieselbe Zusammensetzung haben. Bis auf 150° erhitzt, nimmt dasselbe eine strohgelbe Farbe an und wird wasserfrei. Löst man es dann in einer geringen Menge siedenden Wassers auf, so schlägt sich beim Erkalten wieder wasserhaltiges schleimsaures Kali zu Boden.

I. 0,676 lufttrocknes Salz gaben 0,3995 schwefelsaures Kali = 31,952 Proc. Kali.

II. 0,4575 des bei 100° getrockneten Salzes gaben 0,269 schwefelsaures Kali = 31,790 Proc. Kali; wonach sich das Aequivalentgewicht zu 3712 berechnet.

III. 0,5795 ebenfalls bei 100° getrockneten Salzes gaben 0,343 schwefelsaures Kali = 32,001 Proc. Kali.

Diese Resultate entsprechen:

Digitized by Google

		Berechnet.	Gefunden.		
			I.	II.	III.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06				
2 Aeq. Kali	1179,84	31,82	31,952	31,790	32,001
1 Aeq. Wasser	112,48				
	3709,38.				

0,414 des bei 150° getrockneten Salzes gaben 0,247 schwefelsaures Kali =32,256 Proc. Kali. Dieses entspricht:

		Berechnet.	Gefunden.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06	67,22	
1 Aeq. Kali	1179,84	32,78	32,256
	3596,90	100.	

Auffallend ist es, daſs die Mutterlauge, aus der sich das schleimsaure Kali absetzt, selbst bei Anwendung einer sehr sorgfältig gereinigten Schleimsäure, eine braune Farbe annimmt. Setzt man zu derselben eine mit einer geringen Quantität an Ammoniak versetzte Lösung von salpetersaurem Silberoxyd und erwärmt das Ganze, so wird metallisches Silber ausgeschieden, das sich als glänzender Spiegel an die Wände des Gefäſses anlegt, in welchem dieser Versuch angestellt worden. Diese Reaction, die der Zuckersäure eigenthümlich, führte mich zu der Vermuthung, daſs ein Theil des schleimsauren Kalis in das ihm isomere zuckersaure Kali übergegangen seyn könne. Der Versuch bestätigte jedoch diese Ansicht nicht, denn ein Theil der braunen Mutterlauge, mit einem Ueberschuſs an Essigsäure versetzt und concentrirt, setzte kein zweifach zuckersaures Kali ab.

b) Saures Salz.

$C_{12}H_{8}O_{14}$, KOHO + 2Aq (lufttrocken und bei 100°).

Dieses Salz, dessen Existenz Heſs [1]) läugnet, wird erhalten, indem man eine von zwei gleichen Gewichtsmengen Schleimsäure mit kohlensaurem Kali sättigt und alsdann die andere hinzufügt. Es bildet kleine durchsichtige Krystalle, die im Wasser leichter löslich sind als das neu-

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XXX, S. 313.

Digitized by Google

trale Salz, und die lufttrocken und bei 100° dieselbe Zusammensetzung haben.

I. 0,9570 lufttrocknes Salz gaben 0,3115 schwefelsaures Kali = 17,598 Proc. Kali.

II. 0,4785 bei 100° getrocknet, gaben 0,1535 schwefelsaures Kali = 17,343 Proc. Kali.

III. 0,5255 bei 100° getrocknet, gaben 0,1690 schwefelsaures Kali = 17,391 Proc. Kali.

Diese Resultate entsprechen:

	Berechnet.		Gefunden.		
			I.	II.	III.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06				
1 Aeq. Kali	589,92	17,64	17,598	17,343	17,391
3 Aeq. Wasser	337,44				
	3344,42.				

Schleimsaures Natron.

$C_{12}H_8O_{14}, 2NaO+9Aq$; $C_{12}H_8O_{14}, 2NaO+1Aq$ (100°).

Wird eine Auflösung von Schleimsäure mit kohlensaurem Natron gesättigt und sehr allmälig abgedampft, so scheiden sich aus derselben groſse wasserklare Krystalle von schleimsaurem Natron aus, die 9 Aeq. Krystallwasser enthalten, und beim Liegen an der Luft ihre Durchsichtigkeit verlieren und verwittern. Bis auf 100° erhitzt, verlieren sie 8 Aeq. Wasser, das neunte Aeq. halten sie hartnäckig zurück. Wird eine Auflösung von schleimsaurem Natron rasch abgedampft, so scheidet sich beim Erkalten ein weiſses Pulver aus, dessen Zusammensetzung der Formel $C_{12}H_8O_{14}, 2NaO+1Aq$ entspricht, das also genau zusammengesetzt ist, wie die bei 100° getrockneten Krystalle; löst man dasselbe in Wasser und dampft die Lösung allmälig ab, so erhält man wieder Krystalle, die 9 Aeq. Wasser enthalten. Bei der Darstellung des schleimsauren Natrons erhält man in den meisten Fällen gleichzeitig das krystallisirte und das pulverförmige Salz; beide lassen sich jedoch leicht durch Schlämmen von einander scheiden.

Digitized by Google

1,060 der lufttrocknen Krystalle gaben 0,453 schwefelsaures Natron = 18,726 Proc. Natron. Dieses entspricht:

			Berechnet.	Gefunden.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06			
2 Aeq. Natron	781,80		18,57	18,726
9 Aeq. Wasser	1012,3			
	4211,16.			

I. 0,8055 der bei 100° getrockneten Krystalle gaben 0,4335 schwefelsaures Natron = 23,580 Proc. Natron.

II. 0,624 bei 100° getrockneter Krystalle gaben 0,3385 schwefelsaures Natron = 23,75 Proc. Natron.

Dieses entspricht:

		Berechnet.	Gefunden.	
			I.	II.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06			
2 Aeq. Natron	781,80	23,661	23,58	23,75
1 Aeq. Wasser	112,48			
	3311,34.			

0,2965 des lufttrocknen pulverförmigen schleimsauren Natrons gaben 0,161 schwefelsauren Natron = 23,794 Proc. Natron. Die Zusammensetzung dieses Salzes stimmt also genau mit der der bei 100° getrockneten Krystalle überein.

Schleimsaure Magnesia.

$C_{12}H_8O_{14}$, $2MgO + 4Aq$ (100°).

Eine Schleimsäurelösung wird durch eine Auflösung von schwefelsaurer Magnesia nicht gefällt. Durch Vermischung einer Auflösung von schleimsaurem Ammoniak mit schwefelsaurer Magnesia entsteht alsbald ein Niederschlag, dessen Menge durch Kochen bedeutend vermehrt wird.

Von diesem Niederschlage gaben, bei 100° getrocknet:

I. 0,609 desselben 0,094 Magnesia = 15,435 Proc. Magnesia.

II. 0,400 desselben 0,0605 Magnesia = 15,125 Proc. Magnesia.

Digitized by Google

III. 0,5275 desselben 0,0815 Magnesia = 15,450 Proc. Magnesia.

Diese Resultate entsprechen:

		Berechnet.	Gefunden.		
			I.	II.	III.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06				
2 Aeq. Magnesia	516,70	15,27	15,435	15,125	15,450
4 Aeq. Wasser	449,92				
	3383,68.				

Schleimsaure Kalkerde.

$C_{12} H_8 O_{14}, 2 CaO + 3 Aq$ (100°).

Eine Schleimsäurelösung wird durch eine Auflösung von Chlorcalcium nicht gefällt. Eine Auflösung von schleimsaurem Ammoniak giebt, mit einer Chlorcalciumlösung vermischt, einen Niederschlag von neutraler schleimsaurer Kalkerde, der, bei 100° getrocknet, noch 3 Aeq. Wasser zurückhält. In Essigsäure ist die schleimsaure Kalkerde auflöslich.

Von dem bei 100° getrockneten Salz gaben:

I. 0,423 Salz 0,2085 schwefelsaure Kalkerde = 20,470 Proc. Kalkerde.

II. 0,474 Salz 0,234 schwefelsaure Kalkerde = 20,502 Proc. Kalkerde.

Dieses entspricht:

		Berechnet.	Gefunden.	
			I.	II.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06			
2 Aeq. Kalkerde	712,04	20,54	20,470	20,502
3 Aeq. Wasser	337,44			
	3466,54.			

Schleimsaure Baryterde.

$C_{12} H_8 O_{14}, 2 BaO + 3 Aq$ (100°).

Eine Schleimsäurelösung wird durch eine Auflösung von Chlorbarium nicht gefällt; auf Zusatz von Ammoniak tritt

Digitized by Google

Fällung eines krystallinischen Niederschlags ein. Eine Auflösung von Chlorbarium mit einer Auflösung von schleimsaurem Ammoniak vermischt, giebt nicht sogleich einen Niederschlag; fährt man jedoch mit einem Glasstabe an den Wänden des Gefäſses, in dem das Ganze enthalten ist, herum, so setzt sich zuvörderst an den Stellen, die mit dem Stabe in Berührung gewesen sind, das schleimsaure Salz ab. Durch Kochen wird die Fällung bedeutend vermehrt. Das so erhaltene Salz enthält, bis 100° getrocknet, noch 3 Aeq. Wasser.

Von dem bei 100° getrockneten Salze gaben:

I. 0,733 Salz 0,462 schwefelsaure Baryterde = 41,364 Proc. Baryterde.

II. 0,4425 Salz 0,279 schwefelsaure Baryterde = 41,380 Proc. Baryterde.

III. 0,2835 Salz 0,1158 schwefelsaure Baryterde = 40,86 Proc. Baryterde.

Diese Resultate entsprechen:

		Berechnet.	Gefunden.		
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06		I.	II.	III.
2 Aeq. Baryterde	1913,76	41,00	41,364	41,380	40,86
3 Aeq. Wasser	337,44				
	4668,26.				

Schleimsaures Kupferoxyd.

$C_{12}H_8O_{14}, 2CuO + 1Aq$ (100°).

Dieses Salz wird erhalten durch Fällung einer Lösung von schleimsaurem Ammoniak mit schwefelsaurem Kupferoxyd, und stellt sich als ein bläulichweiſses, in Wasser unlösliches Pulver dar, das, bei 100° getrocknet, noch 1 Aeq. Wasser enthält.

0,397 des bei 100° getrockneten Salzes gaben 0,111 Kupferoxyd = 27,959 Proc. Kupferoxyd. Dieses entspricht:

Digitized by Google

		Berechnet.	Gefunden.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06		
2 Aeq. Kupferoxyd	991,40	28,15	27,959
1 Aeq. Wasser	112,48		
	3520,94.		

Schleimsaures Eisenoxydul.

$C_{12}H_8O_{14}$, $2FeO + 4Aq$ (100°).

Fällt man eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul mit schleimsaurem Natron oder = Ammoniak, so erhält man dieses Salz in Form eines gelblichweiſsen Pulvers, das sich beim Zutritte der Luft nicht verändert, und bei einer Temperatur von 100° getrocknet, 4 Aeq. Wasser enthält. Erhitzt man das schleimsaure Eisenoxydul bis auf eine Temperatur von 150° bis 160°, so verwandelt sich dasselbe in eine braune Masse, die, mit der Luft in Berührung gebracht, sich von selbst entzündet.

I. 0,3705 des bei 100° getrockneten Salzes gaben 0,0965 Eisenoxyd = 23,384 Proc. Eisenoxydul.

II. 0,365 ebenfalls bei 100° getrocknet, gaben 0,096 Eisenoxyd = 23,613 Proc. Eisenoxydul.

Dieses entspricht:

		Berechnet.	Gefunden. I.	Gefunden. II.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06			
2 Aeq. Eisenoxydul	878,42	23,45	23,384	23,613
4 Aeq. Wasser	449,92			
	3745,40.			

Schleimsaures Bleioxyd.

$C_{12}H_8O_{14}$, $2PbO + 2Aq$ (100°);
$C_{12}H_8O_{14}$, $2PbO$ (150°).

Das schleimsaure Bleioxyd ist schon mehrfach Gegenstand der Untersuchung [1]) gewesen; es wird erhalten durch Fällung einer Schleimsäurelösung mit essigsaurem Bleioxyd,

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, VIII, S. 33.

Digitized by Google

und stellt ein weiſses, körniges, in Wasser unlösliches Pulver dar. Bei einer Temperatur von 100° getrocknet, enthält es 2 Aeq. Wasser; einer Temperatur von 150° ausgesetzt, nimmt es eine zimmtbraune Farbe an und wird wasserfrei. Die Angabe, daſs man dem schleimsauren Bleioxyd [1]) durch Behandeln mit Ammoniak einen Theil der Schleimsäure entziehen könne, habe ich nicht bestätigt gefunden.

I. 0,8375 schleimsaures Bleioxyd bei 100° getrocknet, gaben 0,432 Bleioxyd =51,582 Proc. Bleioxyd.

II. 0,383 desselben Salzes bei 100° getrocknet, gaben 0,1958 Bleioxyd =51,112 Proc. Bleioxyd.

III. Eine Quantität desselben Salzes, das zu den vorstehenden Analysen gedient hatte, wurde anhaltend mit Ammoniak gekocht, dann ausgewaschen und bei 100° getrocknet. 1,060 desselben gaben 0,5494 Bleioxyd =51,830 Proc. Bleioxyd.

Diese Resultate entsprechen:

		Berechnet.	Gefunden.		
			I.	II.	III.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06				
2 Aeq. Bleioxyd	2789,00	51,35	51,582	51,121	51,830
2 Aeq. Wasser	224,96				
	5431,02.				

0,2375 des Bleisalzes bei einer Temperatur von 150° getrocknet, gaben 0,1285 Bleioxyd =54,096 Proc. Bleioxyd.

Die Rechnung verlangt:

		Berechnet.	Gefunden.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06	46,41	
2 Aeq. Bleioxyd	2789,00	53,59	54,097
	5206,06	100.	

Fällt man schleimsaures Ammoniak mit basisch essigsaurem Bleioxyd, so erhält man einen schleimigen Niederschlag, der in geringer Menge in Wasser löslich, stets essigsäurehaltig ist, und je nach der Concentration der angewandten

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, VIII, S. 37.

Digitized by Google

Lösungen variirende Quantitäten von Bleioxyd enthält. Auf diese Weise erhielt ich Niederschläge, die 62, 68 und 79 Proc. an Bleioxyd enthielten. Den Niederschlag, der 79 Proc. an Bleioxyd enthält, erhielt ich bei zwei verschiedenen Bereitungen, und in der Hoffnung, eine feste Verbindung von schleimsaurem Bleioxyd mit basisch essigsaurem Bleioxyd erhalten zu haben, ähnlich denen, die Varrentrapp [1]) mit dem margarinsauren und benzoësauren Bleioxyd darstellte, unterwarf ich denselben der Analyse.

I. 0,655 des bei 100° getrockneten Niederschlags gaben 0,5165 Bleioxyd = 78,861 Proc. Bleioxyd.

II. 0,491 bei 100° getrocknet, gaben 0,3886 Bleioxyd = 79,136 Proc. Bleioxyd.

III. 0,362 bei 100° getrocknet, gaben, der organischen Analyse unterworfen, 0,1135 Kohlensäure = 8,669 Proc. Kohlensäure und 0,023 Wasser = 0,704 Proc. Wasser.

Versucht man die Zusammensetzung des Niederschlags, den erhaltenen Resultaten gemäſs, durch eine Formel auszudrücken, so käme $C_{12}H_6O_{12} + 6PbO$ der Zusammensetzung desselben am nächsten.

		Berechnet.	Gefunden.	
12 Aeq. Kohlenstoff	917,22	8,69	8,669	
6 Aeq. Wasserstoff	74,88	0,71	0,704	
12 Aeq. Sauerstoff	1200,00	11,36	11,491	
6 Aeq. Bleioxyd	8367,00	79,24	79,136	78,861
	10559,10	100	100.	

Durch eine einfache Formel das Verbindungsverhältniſs des basisch essigsauren Bleioxyds mit dem schleimsauren Bleioxyd in diesem Niederschlage auszudrücken, ist mir nicht gelungen.

Schleimsaures Silberoxyd.
$C_{12}H_8O_{14} + 2AgO$ (100°).

Dieses Salz wird erhalten durch Fällung von schleimsaurem Ammoniak mit salpetersaurem Silberoxyd. Die Zu-

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XXXV, S. 79.

sammensetzung habe ich genau so gefunden, wie sie von Malaguti angegeben worden.

0,912 des bei 100° getrockneten Salzes gaben 0,465 Silber =54,79 Proc. Silberoxyd.

Dieses entspricht:

		Berechnet.	Gefunden.
1 Aeq. Schleimsäure	2417,06		
2 Aeq. Silberoxyd	2903,20	54,57	54,79
	5320,26.		

VI. *Analyse der Meteoreisen von Texas und Lockport; von B. Silliman jun. und T. S. Hunt.*

1) Das Meteoreisen von Texas, von dem schon Chladni Nachricht gegeben (zuletzt in dies. Ann., Bd. 8, S. 50), gehört zu denen, die, wie das Agramer Eisen, bei Aetzung mit Salpetersäure die sogenannten Widmanstädten'schen Figuren zeigen, und zwar sehr schön. Bei der neuen Analyse (schon Shepard gab eine, nach der darin 90,020 Eisen und 9,674 Nickel) lieferte es 90,911 Eisen, 8,462 Nickel, so wie Phosphurete, Kohle, Kupfer, *Antimon* (oder möglicherweise einen neuen Stoff) zusammen 0,500.

2) Das zu Cambria, bei Lockport, Grafschaft Niagara, Staat New-York gefundene Meteoreisen gab ebenfalls die bekannten Figuren, und erwies sich zusammengesetzt aus 92,583 Eisen, 5,708 Nickel, Spuren von Kupfer und Arsenik, und 1,4 unlöslichem Rückstand. Olmsted fand früher darin 95,540 Eisen und 5,037 Nickel. (Sillim. *Journ., N. S. Vol. II, p.* 370.)

Digitized by Google

VII. *Ueber die Trennung des Nickels vom Kobalt und über die beider von anderen Metallen; von Heinrich Rose.*

Die vollkommene Scheidung dieser beiden Metalle, die fast immer zusammen vorkommen, gehörte zu den schwierigsten Aufgaben in der analytischen Chemie, und die bedeutendsten Chemiker älterer und neuerer Zeit haben Methoden der Trennung angegeben, von denen die meisten den Zweck nur in einem höchst unvollkommenen Grade erfüllten.

Ich will hier nicht die älteren Methoden, die schon seit längerer Zeit nicht mehr angewandt werden, einer Untersuchung unterwerfen, sondern nur über die Trennungsarten, die gegenwärtig Anwendung finden, mir einige Bemerkungen erlauben.

Die noch gebräuchlichen Scheidungsarten sind die von R. Phillips, Laugier und Liebig.

Die Methode von R. Phillips [1]) war bis zu der Zeit, als Liebig eine neue bekannt machte, die, welche am häufigsten angewandt wurde. Sie besteht im Wesentlichen darin, daſs man die Auflösung der Oxyde beider Metalle mit Ammoniak im Ueberschuſs versetzt, in welchem sie sich bei Gegenwart von ammoniakalischen Salzen auflösen, und aus dieser Auflösung durch Kalihydrat das Nickeloxyd fällt, während das Kobaltoxyd aufgelöst bleibt.

Diese Methode erfordert Vorsicht, selbst auch wenn sie nur annähernde Resultate geben soll, besonders wenn die mit dem Nickel verbundene Menge des Kobalts bedeutend ist. Bei Mangel an Vorsicht kann man indessen die gröſsten Irrthümer begehen. Phillips selbst bemerkt, daſs die Trennung besonders nur gelingt, je verdünnter die Auflösung und je gröſser die Menge des Ammoniaks ist, in welcher die Oxyde aufgelöst sind. — Wenn die Menge des ammoniakalischen Salzes und des Ammoniaks in der am-

1) *Philos. Magaz., by Tilloch, Vol. XVI, p.* 312.

moniakalischen Lösung der beiden Oxyde nicht sehr bedeutend ist, so fällt aus derselben durch Kalihydrat mit dem Nickeloxyd oft sehr viel Kobaltoxyd. Ein Ungeübter kann durchaus nicht wissen, wie viel des ammoniakalischen Salzes nöthig ist, um das Kobaltoxyd durch Kalihydrat vollkommen unfällbar zu machen. Man kann freilich nur anrathen in jedem Falle recht viel davon anzuwenden; dann aber braucht man oft unglaublich groſse Mengen von Kalihydrat zur Ausfällung des Nickeloxyds. Es ist keine Uebertreibung, wenn man behauptet, daſs dasselbe beinahe pfundweis angewandt werden muſs, wenn einige Grammen Kobaltoxyd vom Nickeloxyd getrennt werden sollen, welches dessen ungeachtet sich vor dem Löthrohr noch als kobalthaltig erweisen kann.

Aber selbst in analytischen Untersuchungen Geübte dürfen niemals das nach der Methode von Phillips gefällte Nickeloxyd für rein halten. Es ist durchaus nothwendig, bei quantitativen Versuchen, dasselbe wiederum aufzulösen, und noch einmal auf dieselbe Weise zu behandeln, wie die ursprüngliche Verbindung; man wird dadurch eine neue Menge von Kobaltoxyd aus dem erhaltenen Nickeloxyd abscheiden.

Um zu sehen, wie bedeutend die Fehler bei dieser Methode seyn können, wurden 0,454 Grm. metallischen Nickels und 0,478 Grm. metallischen Kobalts gemeinschaftlich in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Es wurde Ammoniak und eine so groſse Menge von Chlorammonium zur Auflösung gesetzt, daſs man hätte glauben können, sie wäre hinreichend, um das Kobaltoxyd gegen die Fällung vermittelst Kalihydrats zu schützen, von welchem eine auſserordentlich groſse Menge zur Fällung des Nickeloxyds erfordert wurde. Es wurde aber dessenungeachtet die überraschende Menge von 0,926 Grm. davon erhalten, also statt 48,71 Proc. metallischen Nickels, wie in der Mengung enthalten waren, nicht weniger als 78,20 Proc. die sich natürlich vor dem Löthrohr als auſserordentlich stark kobalthaltig erwiesen. Wenn aber so durchaus fehlerhafte Resultate von

Digitized by Google

nicht ganz Ungeübten erhalten werden können, so kann eine solche Methode nur höchstens dann empfohlen werden, wenn nur sehr geringe Mengen von Kobalt von bedeutenden des Nickels geschieden werden sollen, oder wenn man das gefällte Nickeloxyd von Neuem auf dieselbe Weise so lange behandelt, bis es sich frei von Kobalt zeigt.

Was die Methode von Laugier betrifft [1]), so ist dieselbe von dem Verfasser selbst nicht für quantitative Scheidungen vorgeschlagen worden, sondern wurde nur angewandt, um die Metalle rein von einander zu erhalten. Sie ist im Wesentlichen die, daſs man die oxalsauren Salze in Ammoniak auflöst, und die ammoniakalische Lösung der Luft aussetzt. Durch die Verflüchtigung des Ammoniaks fällt das Nickeloxyd nieder, während das Kobaltoxydsalz aufgelöst bleibt. Die Auflösung verliert dadurch die blaue Farbe und wird bei Anwesenheit von Kobalt rosenroth. Läſst man indessen diese roth gewordene Flüssigkeit noch länger an der Luft stehen, so schlägt sich endlich aus ihr auch das Kobaltsalz nieder und sie wird farblos. Wenn daher die ammoniakalische Auflösung zu kurze Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist, so kann das aufgelöst gebliebene Kobaltsalz noch etwas Nickeloxyd enthalten; hat man sie hingegen zu lange an der Luft stehen lassen, so enthält das gefällte Nickeloxyd mehr oder weniger Kobalt.

Diese Methode hat daher den Nachtheil, daſs man nicht mit Bestimmtheit entscheiden kann, wann die vollständige Ausscheidung des Nickelsalzes statt gefunden, und die des Kobaltsalzes noch nicht begonnen hat. Dieſs ist der Grund, daſs man sie wohl nicht bei quantitativen Scheidungen anwendet. Aber man kann durch sie sehr genau bestimmen, ob ein Nickel kobalthaltig ist oder nicht. Wenn man in demselben vermittelst des Löthrohrs nicht mehr einen Kobaltgehalt, wenigstens nicht mit Sicherheit entdecken kann, so kann man denselben durch die Methode von Laugier noch finden. Man braucht nur eine sehr kleine Menge des zu prüfenden oxalsauren Nickeloxyds in einem Reagenz-

1) *Ann. de chim. et de phys., Vol. IX, p.* 267.

Digitized by Google

glase in Ammoniak aufzulösen, die Lösung in demselben stehen zu lassen und sie von Zeit zu Zeit zu besichtigen. Man wird dann oft eine rosenrothe Färbung der Flüssigkeit erhalten, wenn man ein Nickel angewandt hat, das man für kobaltfrei gehalten.

Schwieriger ist es, nach dieser Methode ein Kobalt zu untersuchen, ob es Spuren von Nickel enthält. Aber dennoch ist es Laugier gelungen, einen, wiewohl sehr geringen Nickelgehalt im Glanzkobalt von Tunaberg nachzuweisen, den man für vollkommen nickelfrei gehalten hatte.

Von allen bisher angewandten Methoden der Trennung des Nickels vom Kobalt ist ohne Widerrede die von Liebig [1]) vorgeschlagene die, welche die genauesten Resultate giebt. Aber diese giebt sie nur bei Beobachtung vieler Vorsichtsmaſsregeln.

Die Methode von Liebig besteht darin, daſs man zu der Auflösung beider Metalle Chlorwasserstoffsäure setzt und darauf Cyankalium in einem solchen Ueberschusse, bis sich der entstandene Niederschlag wieder vollständig gelöst hat. Es bildet sich durch Ausscheidung von Wasserstoff hierbei Kaliumkobaltcyanid, das in seinen Auflösungen weder durch Säuren noch durch Alkalien zersetzt wird. Man versetzt die Lösung mit einem Ueberschuſs von Chlorwasserstoffsäure, und kocht sie so lange damit, bis kein Geruch nach Cyanwasserstoffsäure mehr zu bemerken ist. Das Kaliumnickelcyanür ist dadurch vollständig in Chlormetall verwandelt worden, und aus der Auflösung kann man durch Kalihydrat Nickeloxyd fällen. — Schwieriger aber ist die Bestimmung des Kobaltoxyds. Man muſs die vom Nickeloxyd abfiltrirte Flüssigkeit mit Salpetersäure versetzen und den trocknen Rückstand längere Zeit schmelzen. Durch das Schmelzen mit salpetersaurem Kali wird das Kaliumkobaltcyanid endlich zersetzt, und nach Behandlung der geschmolzenen Masse mit Wasser erhält man Kobaltoxyd ungelöst, welches auf die bekannte Weise mit Wasserstoffgas reducirt wird.

1) Annalen, der Chemie und Pharmacie, Bd. 41, S. 285.

Digitized by Google

Es ist bei der Anwendung dieser Methode nöthig, das Nickeloxyd mit einem bedeutenden Ueberschufs von Kalihydrat zu fällen und längere Zeit damit zu kochen. Es hat sonst nicht die grüne Farbe, welche dem Nickeloxydhydrat eigenthümlich ist. — Besonders indessen mufs man nicht versäumen das erhaltene Kobaltoxyd vor seiner Reduction vermittelst Wasserstoffgas in Chlorwasserstoffsäure aufzulösen und aus der Auflösung durch Kalihydrat zu fällen. Das Schmelzen des Kaliumkobaltcyanids mit salpetersaurem Kali kann nur in Porcellantiegeln geschehen, welche, selbst wenn man Tiegel von Berliner Porcellan nimmt, stark dadurch angegriffen werden. Es bleibt daher Porcellanmasse zurück, wenn das erhaltene Kobaltoxyd in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wird.

Dafs aber die Methode, mit Sorgfalt ausgeführt, Resultate giebt, mit denen man zufrieden seyn kann, wird durch folgenden Versuch bewiesen, den Hr. Weber angestellt hat.

Es wurden 0,721 Grm. metallisches Kobalt und 0,532 Grm. Nickeloxyd in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und nach der Liebig'schen Methode behandelt. Es wurden erhalten 0,710 Grm. metallischen Kobalts und 0,567 Grm. Nickeloxyd. Das procentische Verhältnifs der angewandten und der erhaltenen Metalle ist folgendes:

	Angewandt.	Erhalten.
Kobalt	63,25	62,28
Nickel	36,75	39,12
	100,00	101,40.

Man sieht, dafs man durch die angewandte Methode eine Genauigkeit erreichen kann, die durch keine der früheren erhalten werden konnte.

Indessen der angeführte Versuch war der, welcher das genaueste Resultat gegeben hatte. Sehr viele von Hrn. Weber früher angestellte quantitative Versuche gaben Resultate, die zum Theil sehr von der Wahrheit abwichen. Es wurde bei ihnen oft weniger Nickel und weit mehr Kobalt

Digitized by Google

erhalten, als die angewandten Substanzen geben konnten. Aber nur durch die Erfahrungen, die durch diese Untersuchungen erworben worden, wurden die genaueren Resultate des erwähnten Versuchs erhalten.

In jedem Falle indessen ist bei dieser Methode die Bestimmung des Kobaltoxyds höchst unangenehm. Das Eindampfen der vom Nickeloxyd abfiltrirten Flüssigkeit, wenn sie durch Salpetersäure sauer gemacht worden ist, ist wegen der Ausscheidung der Salze, welche in groſser Menge vorhanden sind, mit Schwierigkeiten verknüpft, so daſs ein Verlust, der durch Sprützen und Effloresciren entstehen kann, nur mit der gröſsten Aufmerksamkeit zu vermeiden ist. Noch gröſsere Schwierigkeiten aber erzeugt das Schmelzen der abgedampften Masse in Porcellantiegeln, wodurch, wie schon oben angeführt wurde, das Kobaltoxyd zugleich sehr verunreinigt wird.

Ich habe mich seit langen Jahren, schon vor der Bekanntmachung der Methode von Liebig, mit der quantitativen Scheidung des Nickels und Kobalts beschäftigt, aber die Resultate, welche ich früher erhielt, waren alle höchst mangelhaft, und erreichten lange nicht die Genauigkeit, die man durch Anwendung der Trennungsart von Liebig erhalten kann. Es schien mir schon früh wahrscheinlich, daſs man eine Scheidung der beiden Metalle auf der groſsen Neigung des Kobaltoxyds, und der weit geringeren des Nickeloxyds sich höher zu oxydiren gründen könne.

Mehrere Chemiker haben auch Trennungen der beiden Metalle auf diese oder auf eine ähnliche Weise versucht. Man verwandelte entweder beide Oxyde in schwarze Superoxyde, und behandelte diese mit Reagentien, durch welche das Nickelsuperoxyd allein in Oxyd sich verwandeln, und im angewandten Reagenz sich auflösen sollte, oder man behandelte die gefällten Oxyde mit Chlor, durch welches sich Chlornickel bildet, das sich auflöst, und Kobaltsuperoxyd, das unaufgelöst bleibt.

Die erste der beiden Methoden ist von Thénard [1])

1) *Annal. de chimie*, *Vol.* 50, *p.* 127.

angewandt worden. Er behandelte die friſch gefällten Oxyde mit Chlorkalk, und darauf die erzeugten Superoxyde mit Ammoniak, welches aus ihnen Nickeloxyd auflöste, und Kobaltsuperoxyd ungelöst zurücklieſs.

Die zweite Methode hat Berthier [1]) benutzt, aber nicht zu einer quantitativen Trennung, sondern nur zur Darstellung eines reinen Nickelmetalls. Er selbst bemerkt, daſs wenn das Kobalt vorherrschend gegen das Nickel ist, die Auflösung des Chlornickels kobalthaltig wird, und daſs wenn das Nickel vorherrschend ist, das Kobaltsuperoxyd nickelhaltig sich zeigt.

Bei meinen ersten Versuchen verwandelte ich die durch Kalihydratlösung gefällten Oxyde vermittelst Chlorgas in Superoxyde, und behandelte dieselben mit Essigsäure. Bekanntlich ist diese Säure die einzige, welche das Kobaltsuperoxyd ohne Zersetzung aufzulösen im Stande ist. Das Nickelsuperoxyd wird davon mit grüner Farbe aufgelöst; die Lösung enthält Oxyd. Wurden beide Superoxyde gemeinschaftlich mit Essigsäure behandelt, so löste in manchen Fällen dieselbe zuerst Nickeloxyd mit grüner Farbe auf, und es blieb eine Mengung von beiden Superoxyden ungelöst, die sich durch längere Digestion mit dunkel schwarzbrauner Farbe auflöste. Manchmal erhielt ich diese Lösung sogleich; aber sie enthielt neben Kobaltsuperoxyd auch Nickelsuperoxyd, denn kohlensaure Baryterde fällte in der Kälte beide.

Leitete ich durch eine neutrale Nickeloxydauflösung Chlorgas und setzte darauf kohlensaure Baryterde hinzu, so erhielt ich sogleich keinen schwarzen Niederschlag von Nickelsuperoxyd, doch nach längerer Zeit eine, wiewohl geringe Menge davon. — Eine neutrale Kobaltoxydauflösung mit Chlorgas und darauf mit kohlensaurer Baryterde behandelt, läſst dadurch den ganzen Gehalt von Kobalt als Superoxyd fallen. Eine annähernde Trennung kann durch diese Methode erhalten werden.

Mengt man eine neutrale Nickeloxyd- und Kobaltoxyd-

1) *Annal. de chim. et de phys., Vol. XXV, p.* 94.

Digitized by Google

auflösung mit kohlensaurer Baryterde und läſst dann durch dieselben Chlorgas strömen, so fallen beide Metalle als Superoxyde nieder, schneller das des Kobalts, langsamer das des Nickels.

Setzt man zu einer neutralen Auflösung von Chlorkobalt Chlorwasserstoffsäure und leitet Chlorgas durch dieselbe, so verändert sie ihre rosenrothe Farbe nur wenig; sie erhält einen schwachen Stich in's Bräunliche, aber die ganze Menge des Chlorids ist in Superchlorid übergegangen, und kohlensaure Baryterde fällt aus der Auflösung den ganzen Gehalt des Kobalts als Superoxyd.

Behandelt man auf gleiche Weise eine mit Chlorwasserstoffsäure versetzte Auflösung von Chlornickel, so wird auch nach langer Zeit durch kohlensaure Baryterde kein Superoxyd gefällt. Nur wenn die Menge der hinzugesetzten Chlorwasserstoffsäure sehr gering gewesen ist, kann man nach 12 Stunden eine sehr geringe Menge von schwarzem Superoxyd erhalten.

Auf diese Erfahrung, daſs in einer Auflösung von Kobaltoxyd, welche freie Cklorwasserstoffsäure enthält, die ganze Menge des Metalls sich vermittelst Chlorgases in Superchlorid verwandelt, während das Chlornickel sich dadurch in der sauren Auflösung nicht verändert, gründete ich eine Scheidung beider Metalle, die mir Resultate gab, die, nach so vielen vergeblichen Versuchen, meine Erwartungen übertrafen, und so genau waren, wie sie oft nicht bei Trennungen anderer Metalle, die unter einander nicht so viele Aehnlichkeit zeigen, erreicht werden können.

Die Methode ist folgende: Man löst beide Metalle in Chlorwasserstoffsäure auf; die Auflösung muſs eine hinreichende Menge von freier Säure enthalten. Man verdünnt sie darauf mit vielem Wasser; hat man ein bis zwei Grammen der Metalle oder der Oxyde angewandt, so setzt man zu der Auflösung ungefähr zwei Pfund Wasser. Das Kobalt hat nicht bloſs in Flüssen, sondern auch in Auflösungen eine bei weitem tingirendere Kraft als das Nickel. Die mit Wasser verdünnte Auflösung ist daher rosenroth, selbst

Digitized by Google

wenn eine sehr überwiegende Menge von Nickel angewandt worden ist. Man leitet durch die Auflösung mehrere Stunden hindurch einen Strom von Chlorgas; die Flüssigkeit muſs ganz damit gesättigt seyn, und der leere Raum der Flasche, in welcher der Versuch geschieht, muſs mit Chlorgas angefüllt seyn, wenn die Entwicklung aufgehört hat. Man setzt darauf kohlensaure Baryterde im Ueberschuſs hinzu, und unter öfterem Umrühren läſst man das Ganze in der Kälte 12 oder 18 Stunden stehen. Das gefällte Kobaltsuperoxyd mit der überschüssigen kohlensauren Baryterde werden mit kaltem Wasser ausgesüſst, in heiſser Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und nach Entfernung der Baryterde vermittelst Schwefelsäure wird aus der Auflösung das Kobaltoxyd durch Kalihydratlösung gefällt, und nach dem Aussüſsen und Trocknen im Platin- oder Porcellantiegel mit Wasserstoffgas reducirt.

Die vom Kobaltoxyd abfiltrirte Flüssigkeit ist rein grün. Sie ist vollkommen frei von jeder Spur von Kobaltoxyd. Nach Wegschaffung der Baryterde vermittelst Schwefelsäure wird das Nickeloxyd durch Kalihydrat gefällt.

Doch auch nach dieser Methode gab die erste quantitative Untersuchung nicht sehr genaue Resultate. Es wurden zum Versuche angewandt 0,318 Grm. metallisches Nickel und 0,603 Grm. metallisches Kobalt.

Es wurden erhalten 0,430 Grm. Nickeloxyd und 0,580 Grm. Kobalt.

	Angewandt.	Erhalten.
Nickel	34,53	36,75
Kobalt	65,47	62,98
	100,00	99,73.

Der Grund dieses fehlerhaften Resultats ist der, daſs nach der Fällung des Kobaltsuperoxyds vermittelst kohlensaurer Baryterde dasselbe nach einer oder einigen Stunden filtrirt wurde. Man muſs aber sehr lange, wenigstens 12 Stunden, besser 18 Stunden, die überschüssige kohlensaure Baryterde mit der Auflösung stehen lassen, weil das Ko-

Digitized by Google

baltsuperoxyd sich sehr langsam niederschlägt. Die geringere Menge des erhaltenen Kobalts und die gröſsere des Nickels lassen sich daher leicht erklären.

Bei einem anderen Versuche, bei welchem dieser Fehler vermieden wurde, wurden 0,739 Grm. metallisches Nickel und 0,540 metallisches Kobalt angewendet. Es wurden erhalten 0,548 Grm. Kobalt, also 42,84 Proc. statt 42,22. Das Nickel wurde nicht bestimmt.

Zwei Versuche sind von Hrn. Weber angestellt worden.

Bei einem wurden 0,818 Grm. Kobalt und 0,980 Grm. Nickel genommen; es wurden erhalten 0,806 Grm. Kobalt und 1,274 Grm Nickeloxyd.

	Angewandt.	Erhalten.
Kobalt	45,50	44,77
Nickel	54,50	55,83
	100,09	100,60.

Bei dem zweiten Versuche wurden 0,516 Grm. metallisches Kobalt und 0,637 Grm. Nickeloxyd angewandt. Es wurden erhalten 0,517 Grm. Kobalt.

Man sieht aus diesen Versuchen, daſs die vorgeschlagene Methode bei Anwendung der nöthigen Vorsichtsmaſsregeln sehr genaue Resultate giebt. Sie hat dabei den Vortheil, daſs sie gleich gut anwendbar ist, welches auch das relative Verhältniſs des Kobalts und Nickels seyn mag.

Diese oder eine ähnliche Methode kann auch mit Vortheil benutzt werden, um Nickel und Kobalt vom reinsten Zustand im Groſsen darzustellen. Beide Metalle werden jetzt technisch weit mehr als früher angewandt. Zu manchen Zwecken ist es vortheilhaft, sie so rein wie möglich zu bereiten. Dieſs ist z. B. der Fall, wenn Kobaltoxyd zur Porcellanmalerei benutzt werden soll, wobei ein sehr geringer Gehalt von Nickeloxyd eine minder reine blaue Farbe hervorbringt.

Ich habe wenigstens das reine Nickel- und Kobaltoxyd, welches in meinem Laboratorium angewandt wird, auf diese Weise gereinigt, und zu den beschriebenen Versuchen wurden nur die nach dieser Methode gereinigten Substanzen

Digitized by Google

benutzt. Das im Handel vorkommende Nickel enthält, auſser Spuren von Arsenik, noch Kobalt, Kupfer und Eisen. Es wurde in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und durch die Behandlung mit Chlorgas und kohlensaurer Baryterde das Kobalt und Eisen abgeschieden und darauf durch Schwefelwasserstoffgas das Kupfer.

Man sieht leicht ein, daſs eben so wie das Kobalt noch andere Metalle vom Nickel quantitativ geschieden werden können, namentlich das Mangan und Eisen. Andererseits kann man das Kobaltoxyd vom Zinkoxyd und einigen anderen stark basischen Oxyden, welche durch Oxydation nicht in Superoxyde übergehen, trennen.

Nickel und Kobalt können übrigens von Metallen, mit denen sie in vielen Eigenschaften übereinkommen, auf verschiedene Weise getrennt werden. Ich habe in meinem Handbuch der analytischen Chemie eine Methode angegeben, beide Metalle vom Mangan auf diese Weise zu trennen, daſs man sie in Chlormetalle verwandelt, und diese mit Wasserstoffgas behandelt, welches Chlorkobalt und Chlornickel, aber nicht Chlormangan zu Metallen reducirt. Diese Methode giebt gute Resultate, ist aber etwas umständlich. Völker [1]) hat die Beobachtung gemacht, daſs bei sehr starker Hitze das Manganchlorür etwas flüchtig sey. Wenn dieſs auch bei nicht zu hohen Temperaturen in einem nicht bemerkenswerthen Grade der Fall seyn mag, so kann man doch andere, weniger umständliche Methoden der Trennung anwenden.

Daſs die Methode von Barreswill [2]) das Kobaltoxyd vom Manganoxydul in Auflösungen zu trennen, zu welchen man kohlensaure Baryterde gesetzt und Schwefelwasserstoffgas hindurchgeleitet hat, nicht anwendbar ist, weil dadurch, wie schon *a priori* zu vermuthen war, nicht das Kobaltoxyd allein, sondern auch das Manganoxydul als Schwefelmetall ausgeschieden wird, davon habe ich nicht nur

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 59, S. 33.

2) Journ. für pract. Chemie, Bd. 38, S. 171.

Digitized by Google

mich selbst, sondern auſser mir sich mehrere andere Chemiker überzeugt [1]).

Vom Nickel kann das Mangan am besten, wie ich schon oben bemerkt habe, auf dieselbe Weise, wie das Kobalt, von demselben getrennt werden. Von beiden kann aber das Mangan auf eine Weise geschieden werden, welche im Wesentlichen die ist, welche auch Wakenroder [2]) vorgeschlagen hat. Sie beruht darauf, daſs zwar Nickel und Kobalt aus ihren Auflösungen, besonders wenn sie etwas sauer sind, durch Schwefelwasserstoffgas nicht als Schwefelmetalle gefällt werden, daſs aber das durch Schwefelammonium gefällte Schwefelnickel und Schwefelkobalt von sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzt werden. Ich habe schon früher (in meinen ersten Auflagen meines Handbuchs der analytischen Chemie) auf diese sonderbare Eigenschaft aufmerksam gemacht, und mich ihrer auch bei qualitativen Untersuchungen bedient, aber sie damals noch nicht zu quantitativen Scheidungen benutzt.

Wenn die Oxyde in einer sauren Lösung enthalten sind, die jedoch keine Salpetersäure enhalten darf, so macht man sie ammoniakalisch, und fällt sie als Schwefelmetalle durch Hinzufügung von Schwefelammonium. Es wird alsdann zur Flüssigkeit sehr verdünnte Chlorwasserstoffsäure gesetzt, bis dieselbe sehr schwach sauer ist. Schwefelnickel und Schwefelkobalt bleiben ungelöst; sie werden mit verdünntem Schwefelwasserstoffwasser, zu welchem eine Spur Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt worden ist, ausgesüſst. Das Schwefelmangan löst sich mit Leichtigkeit auf. Aber obgleich die vom Schwefelkobalt und Schwefelnickel abfiltrirte Flüssigkeit durch Zusatz von Ammoniak und Schwefelammonium einen, wiewohl schmutzigen, fleischfarbenen Niederschlag giebt, so enthält doch das gefällte Schwefelmangan geringe Mengen von Schwefelkobalt oder Schwefelnickel, und wenn es daher von Neuem mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt wird, so bleiben geringe Mengen der schwarzen Schwefelmetalle ungelöst.

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 51, S. 219.
2) Archiv der Pharmacie, Bd. 16 S. 126.

Digitized by Google

Durch diese wiederholte Behandlung kann eine sehr annähernde Scheidung bewirkt werden, jedoch erhält man genauere Resultate bei der Trennung des Kobalts vom Mangan, als bei der des Nickels von letzterem Metalle, offenbar weil Nickel durch Schwefelammonium nicht gut gefällt werden kann.

0,300 Grm. metallisches Kobalt und 0,385 Grm. Manganoxyd-Oxydul gaben, nachdem das Schwefelkobalt durch Königswasser in Oxyd verwandelt und dieſs durch Kalihydrat gefällt worden war, und nachdem man das aufgelöste Manganchlorür nach Verjagung des Schwefelwasserstoffs mit kohlensaurem Natron gefällt hatte, 0,302 Grm. metallisches Kobalt und 0,392 Grm. Manganoxyd-Oxydul.

0,251 Grm. Nickeloxyd und 0,296 Grm. Manganoxyd-Oxydul auf dieselbe Weise behandelt, gaben 0,214 Grm. Nickeloxyd und 0,324 Grm. Manganoxyd-Oxydul [1]).

Auch das Eisen kann wie das Mangan vom Nickel, aber besser noch vom Kobalt getrennt werden, da das Schwefeleisen wie das Schwefelmangan in sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure leicht auflöslich ist. Aber auch in diesem Falle ist die Auflösung des Schwefeleisens von Neuem nothwendig. 0,425 Grm. metallisches Kobalt und 0,170 Grm. Eisenoxyd gaben, auf diese Weise behandelt, 0,414 Grm. metallisches Kobalt und 0,172 Grm. Eisenoxyd.

Da aus einer essigsauren Auflösung, wenn sie keine starke unorganische Säure enthält, das Zinkoxyd vollständig durch Schwefelwasserstoffgas als Schwefelzink gefällt werden kann, selbst wenn sie eine groſse Menge von freier Essigsäure enthält, so habe ich schon in der letzten Auflage meines Handbuchs der analytischen Chemie die Methode angegeben, dieses Oxyd auf diese Weise von der Thonerde, den Oxyden des Mangans, des Eisens und selbst von denen des Nickels und Kobalts zu trennen. Die Methode glückt auch, wenn man nur, besonders wenn letztere Oxyde zugegen sind, einen sehr bedeutenden Zusatz von Essigsäure anwendet.

1) Nach Liebig und Fresenius kann das Mangan vom Kobalt und Nickel auch vermittelst des Cyankaliums getrennt werden.

Digitized by Google

Von der Thonerde kann das Nickeloxyd getrennt werden, wenn man beide mit Kalihydrat im Silbertiegel schmilzt. Bei Behandlung der geschmolzenen Masse mit Wasser bleibt das Nickeloxyd von einem dichten Zustande zurück. Es wiegt etwas mehr als die angewandte Menge, enthält aber keine Thonerde, und daher Kali. 0,238 Grm. Nickeloxyd, mit Thonerde gemengt, wogen nach dieser Behandlung 0,245 Grm. — Durch Kochen mit einer Lösung von Kalihydrat kann hingegen Nickeloxyd von Thonerde, wenn beide in einer Auflösung enthalten sind, nicht geschieden werden, auch wenn man die Behandlung wiederholt. Als jene 0,245 Grm. in Chlorwasserstoffsäure mit Hülfe einer geringen Menge von Schwefelsäure aufgelöst, und die getrennte Auflösung der Thonerde in Kali mit einem Zusatze von mehr Kalihydrat hinzugefügt und damit gekocht worden war, wog das behandelte Nickeloxyd 0,320 Grm. Es setzte sich aus der Auflösung desselben in Chlorwasserstoffsäure, nachdem dieselbe mit einem Ueberschufs von Ammoniak versetzt worden war, eine bedeutende Menge von Thonerde ab.

Da indessen das Schmelzen von Kalihydrat in Silbertiegeln mit Unannehmlichkeiten verknüpft ist, und das erhaltene Nickeloxyd doch noch einmal hätte aufgelöst und von Neuem gefällt werden müssen, so ist die Trennung beider Oxyde vermittelst kohlensaurer Baryterde wohl vorzuziehen.

Ich habe vergeblich versucht, die Thonerde durch Schmelzen mit einem feuerbeständigen kohlensauren Alkali quantitativ vom Nickel- und Kobaltoxyde, so wie von anderen Oxyden zu trennen, welche die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien bei erhöhter Temperatur auszutreiben nicht im Stande sind. Es ist schwer durch Schmelzen der Thonerde mit kohlensaurem Alkali allein, und Behandlung der geschmolzenen Masse mit Wasser eine vollkommene klare Auflösung zu erhalten; sie wird bald durch den Kohlensäuregehalt der Luft getrübt. Mit kohlensaurem Natron erhält man weit leichter eine geschmolzene Masse, als mit kohlensaurem Kali.

VIII. *Chemisch-mineralogische Untersuchungen; von Dr. W. Gibbs aus New-York.*

I. Analyse eines Zircons aus Litchfield in dem Staate Maine in den Vereinigten Staaten.

1) Der analysirte Zircon war lichtbraun, in kleinen Stücken durchsichtig, und hatte ein spec. Gewicht von 4,7.

2,3146 Grm. des sorgfältig ausgesuchten und geschlämmten Minerals wurde mit vier Mal seines Gewichts trocknen kohlensauren Natrons innig gemischt und in einem Platintiegel geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde in eine groſse Platinschale mit einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Natron gekocht, worauf sie ein weiſses granulirtes Pulver darstellte, welches sich bald absetzte, während die überschwimmende Flüssigkeit klar blieb. Das Ganze wurde filtrirt, und die auf dem Filtrum gesammelte Substanz mit einer heiſsen Auflösung desselben alkalischen Salzes lange Zeit ausgesüſst. Darauf wurde das Filtrat mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt, abgedampft, die so erhaltene Masse trocknen Kochsalzes mit Chlorwasserstoffsäure und nachdem mit Wasser behandelt, die Auflösung filtrirt, und die zurückbleibende Kieselerde ausgesüſst, getrocknet, geglüht und gewogen.

Das Gewicht derselben betrug 0,1054 Grm., gleich 4,55 Procent.

Ammoniak zeigte in dem Filtrat Spuren von Eisenoxyd.

2) Das weiſse granulirte Pulver, welches wegen der kleinen Menge der erhaltenen Kieselerde für unzersetztes Mineral gehalten war, wurde mit dem Filtrum geglüht, mit dem 4fachen seines Gewichts kohlensauren Natrons genau gemischt und 2 bis 3 Stunden lang heftig geglüht. Darauf wurde die geschmolzene Masse in einem Becherglase mit Wasser übergossen. Ein weiſses Pulver von gerade derselben Beschaffenheit wie die oben erwähnte zeigte sich. Dieses wurde abfiltrirt und mit lauwarmem Wasser ausge-

Digitized by Google

süſst, ohne daſs eine Zersetzung dadurch stattfand. Aber auf Zusatz eines etwas heiſseren Wassers, erlitt das Pulver eine theilweise, obwohl nur geringe Zersetzung, und das Filtrat wurde milchicht. Nach vollständigem Absetzen wurde es wieder auf einem kleinen Filtrum abfiltrirt. Das Filtrat abgedampft und auf die gewöhnliche Weise mit Salzsäure behandelt, gab 0,0776 Grm. Kieselerde, gleich 3,35. Procent.

Ammoniak brachte in der sauren abfiltrirten Auflösung einen kaum sichtbaren Niederschlag hervor.

3) Das auf den beiden Filtren bleibende Pulver wurde nicht weiter ausgesüſst, sondern sammt den Filtren in einem Platintiegel geglüht, und die kalt gewordene Masse in einem Becherglase mit Salzsäure übergossen. Nach zwei Stunden wurde das Ganze gelatinirt gefunden. Die Zersetzung ähnelte in jeder Beziehung der eines Zeoliths. Die Gallerte wurde mit Wasser versetzt, die Auflösung abgedampft und die Kieselerde auf die gewöhnliche Weise getrennt und gewogen.

Ihr Gewicht betrug 0,8826 Grm., gleich 38,18 Proc.

4) Das Filtrat von der Kieselerde wurde mit Ammoniak in Ueberschuſs versetzt. Der erhaltene weiſse voluminöse Niederschlag wurde abfiltrirt, vollständig ausgesüſst, getrocknet, geglüht und gewogen.

Das Gewicht war 1,2985 Grm., gleich 56,10 Procent.

Dürfte man nun annehmen, die erhaltene Kieselerde und Zirconerde waren rein, so würde die Zusammensetzung des Zircons auf folgende Weise ausfallen:

Kieselerde	46,03
Zirconerde	56,10
	102,13.

Die Kieselerde und Zirconerde wurden nun einer weiteren Analyse unterworfen.

a)

Digitized by Google

Kieselerde.

a) 0,6443 Grm. der Kieselerde wurde in einer Platinschale mit Fluſssäure übergossen, erwärmt, mit Schwefelsäure behandelt, eingedampft und der Ueberschuſs an Schwefelsäure verjagt. Darauf wurde der Rückstand mit Salzsäure und Wasser digerirt, und die Auflösung filtrirt. Die auf dem Filtrum bleibende unaufgelöste Substanz wurde getrocknet, geglüht und wieder auf dieselbe Weise mit Fluſssäure und Schwefelsäure behandelt, und mit Salzsäure und Wasser digerirt. Darauf wurde die Auflösung filtrirt, das Filtrat dem erst erhaltenen zugesetzt, und der Rückstand auf dem Filtrum geglüht und gewogen. Das Gewicht betrug 0,0084 Grm., gleich 1,30 Proc. der untersuchten Kieselerde oder 0,36 Proc. des Minerals. Er wurde, wie in einer von Berzelius beschriebenen Analyse, für unzersetztes Mineral gehalten [1]).

Das Filtrat mit Ammoniak gefällt, gab einen Niederschlag von Zirconerde, welcher nach dem Filtriren und vollständigem Aussüſsen getrocknet und geglüht wurde. Das Gewicht war 0,1972 Grm., gleich 30,60 Proc. der Kieselerde, oder 8,51 Proc. des Minerals.

b) 0,178 Grm. von der feingeriebenen Zirconerde wurde in einer Platinschale mit Schwefelsäure übergossen und das Ganze digerirt. Darauf wurde es eingedampft und der Ueberschuſs an Schwefelsäure verjagt. Die so erhaltene schwefelsaure Zirconerde löste sich auf Zusatz von heiſsem Wasser vollständig auf. Die Lösung wurde mit einer hinreichenden Menge Weinsteinsäure versetzt, um die Fällung der Zirconerde zu verhindern, darauf Ammoniak und Schwefelammonium zugethan, und das Ganze 24 Stunden stehen gelassen. Die erhaltene kleine Menge Schwefeleisens wurde nun abfiltrirt, mit schwefelammoniumhaltigem Wasser ausgesüſst und nachher als Eisenoxyd gewogen. Das Gewicht betrug 0,0027 Grm. oder 0,44 Proc. der analysirten Kieselerde und 0,16 Proc. des Minerals.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 4, S. 131.

Die untersuchte Kieselerde bestand also aus:

Kieselerde	68,10
Zirconerde	30,15
Eisenoxyd	0,44
Unzersetztes Mineral	1,30.

Da die Analyse mit Fluſssäure ausgeführt war, so ist natürlich die Kieselerde aus dem Verlust berechnet.

Zirconerde.

c) 1,240 Grm. der in (4) erhaltenen vorher fein geriebenen Zirconerde wurde nach der in (*b*) angegebenen, von Berzelius vorgeschlagenen Methode, mit Schwefelsäure behandelt und die Auflösung filtrirt. Es blieb auf dem Filtrum ein weiſses Pulver, welches gut ausgesüſst, getrocknet und geglüht 0,0244 Grm. wog.

d) Das geglühte Pulver wurde nun mit vier Mal seines Gewichts kohlensauren Natrons geschmolzen, und von der geschmolzenen Masse die Kieselerde wie gewöhnlich getrennt. Ihr Gewicht war 0,020 Grm., welches, von der analysirten Quantität abgezogen, 0,0044 Grm. für das Gewicht der enthaltenen Zirconerde giebt. Das Filtrat von der Kieselerde gab einen Niederschlag von Zirconerde, der aber wegen der kleinen Menge desselben nicht gewogen, sondern aus dem Verlust berechnet war.

Dieser Rückstand bestand also aus:

		Sauerstoff.	
Kieselerde	81,96	42,55	— 9
Zirconerde	18,04	4,74	— 1.

e) Das in (*c*) erhaltene Filtrat wurde mit Ammoniak gefällt, und die gefällte Zirconerde abfiltrirt und ausgesüſst. Darauf wurde sie getrocknet, geglüht, wieder in Schwefelsäure aufgelöst, und mit Weinsteinsäure, Ammoniak und Schwefelammonium versetzt. Das erhaltene Schwefeleisen wurde abfiltrirt, ausgesüſst und das Eisen als Oxyd gewogen. Das Gewicht betrug 0,0053 Grm., gleich 0,42 Proc. der analysirten Zirconerde und 0,22 Proc. des Minerals.

Digitized by Google

Zu dem Filtrat von dem Schwefeleisen wurde Salzsäure hinzugefügt. Es entstand ein starker weiſser Niederschlag, welcher nicht gelatinös war, und welcher keine Aehnlichkeit mit gefällter Zirconerde besaſs. Dieser Niederschlag löste sich nicht wieder auf während des Abdampfens der Flüssigkeit, leicht aber als die erhaltene trockne Masse mit heiſsem Wasser übergossen wurde. Die Auflösung wurde durch Filtriren von der kleinen Menge abgeschiedenen Schwefels getrennt, eingedampft und geglüht. Die Zirconerde stellte ein weiſses lockeres Pulver dar.

f) Das Filtrat von der Zirconerde (*e*) wurde bis zur Trockne eingedampft, die ammoniakalischen Salze durch Hitze verjagt und das zurückbleibende schwefelsaure Natron gewogen. Das Gewicht desselben war 0,0417 Grm. Dieſs giebt 0,0190 Grm., oder 1,46 Proc. für das in der analysirten Zirconerde enthaltene Natron.

Die Zusammensetzung der untersuchten Erde war also:

Zirconerde	96,58
Kieselerde	1,54
Eisenoxyd	0,42
Natron	1,46.

Und das Resultat der Analyse des Minerals:

Kieselerde	35,26,	enthaltend Sauerstoff	— 18,30
Zirconerde	63,33,	- -	— 16,33
Eisenoxyd	0,79,	- -	
Unzersetzt	0,36 — 99,74.		

Der von Berzelius [1]) analysirte farblose Zircon enthielt:

Kieselerde	33,48
Zirconerde	67,16 — 100,64.

Der amerikanische Zircon enthält also mehr Kieselerde und weniger Zirconerde als der französische, und es fragt sich, ob dieser Unterschied nicht von der Gegenwart einer der neuen von Svanberg entdeckten Erden herrührt. Wenigstens verdient dieses untersucht zu werden.

Aus diesen Analysen ergiebt sich, daſs der Zircon durch kohlensaures Natron zwar vollständig aufgeschlossen wer-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 4, S. 134.

Digitized by Google

den kann, daſs aber das aus der geschmolzenen Masse durch Auf- und Abgieſsen von Wasser erhaltene krystallinische Pulver nicht, wie es Scheerer [1]) angegeben hat, eine Verbindung von Zirconerde mit Natron, sondern im Gegentheil ein kieselsaures Zirconerde-Natron ist, worin Kieselsäure und Zirconerde in der in Säuren löslichen Modification enthalten sind. Das Natron in dieser Verbindung wurde ebenfalls quantitativ bestimmt. 2,8673 enthielten:

			Sauerstoff.	
Kieselerde	0,7100	24,76	12,85	2
Zirconerde	1,4663	51,13	13,50	2
Eisenoxyd	0,0184	0,64	0,19	
Natron	0,6726	23,47	6,02	1
	2,8673	100,00.		

Diese Zahlen sind relativ richtig; sie führen aber zu keiner wahrscheinlichen Formel, denn die Menge des Natrons ist offenbar zu groſs. Der nächste Ausdruck der Analyse ist:

$$Si\,O_3\ ,\ 2Z_2\,O_3 + Si\,O_3\ ,\ 3Na\,O.$$

II. Kobalthaltiger Braunspath.

Dieser Braunspath findet sich mit Quarz, brauner Blende und Bleiglanz auf den Gängen von Przibram in Böhmen. Er ist derb, doch so grobkörnig, daſs sich die rhomboëdrischen Spaltungsflächen, die indessen etwas krummflächig sind, deutlich erkennen lassen. Seine Farbe ist indessen carmoisinroth, was Prof. G. Rose veranlaſste einige Löthrohrversuche mit ihm anzustellen, bei denen er mit Phosphorsalz und Borax dunkelblaue Gläser erhielt. Da hierdurch die Anwesenheit von Kobalt in ihm erwiesen war, und Kobalt in den in der Natur vorkommenden kohlensauren Verbindungen bisher noch nicht gefunden worden, so theilte er ihn mir zur Analyse mit. Ich fand sein specifisches Gewicht 2,921. Er wurde in Salzsäure aufgelöst, die Oxyde des Kobalts und Eisens mit Schwefelammonium

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 59, S. 481.

Digitized by Google

gefällt, und nachher mit bernsteinsaurem Ammoniak von einander getrennt. Die Talkerde wurde mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak gefällt, und mit ammoniakalischem Wasser vollständig ausgesüſst. In zwei Analysen wurden gefunden:

	I.	II.	Sauerstoff.	
Kalkerde	31,72	31,86	9,05	16,92
Talkerde	16,63	17,37	6,72	
Kobaltoxyd	5,17	4,24	0,90	
Eisenoxydul	1,36	1,16	0,25	
Kohlensäure	45,12	45,37	33,00	

Die zweite Analyse ist die zuverlässigste. Da die Trennung des Kobaltoxyds von der Kalkerde wegen der schnellen Filtration des Schwefelkobalts sehr schwierig mit Genauigkeit auszuführen ist, so sind die kleinen Abweichungen in den Analysen zu entschuldigen. Die Kohlensäure wurde aus dem Verluste bestimmt.

Die Zusammensetzung ist in sofern interessant, als in dem Mineral das Kobalt als neutrales kohlensaures Kobaltoxyd, $\dot{Co}\,\ddot{C}$, enthalten ist, das künstlich eben so wenig wie das neutrale kohlensaure Eisenoxydul und Zinkoxyd dargestellt worden ist.

III. Scolezit aus Island.

Das analysirte Mineral war krystallisirt in sehr schönen durchsichtigen Nadeln. Es wurde auf die gewöhnliche Weise mit Salzsäure aufgeschlossen.

3,1293 Grm. in einem Platintiegel geglüht bis die Materie nicht mehr an Gewicht verlor, gaben 0,4280 Grm. Wasser oder 13,67 Procent.

2,8185 Grm. gaben 0,7336 Grm. Thonerde und 0,3832 Grm. Kalkerde.

Die erhaltene Thonerde weiter untersucht, gab 0,0034 Grm. Kalkerde und Spuren von Kieselerde. Die Kieselerde in dem Mineral ist wegen eines Zufalls aus dem Ver-

Digitized by Google

lust berechnet. Weder Eisenoxyd noch Natron waren vorhanden

Wir haben also:

	Gefunden.	Berechnet.
Kieselerde	46,72	46,44
Thonerde	25,90	25,83
Kalkerde	13,71	14,16
Wasser	13,67	13,57.

Formel: $\dot{C}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si} + 3\dot{H}$.

Die Analyse stimmt vollkommen mit der von v. Gülich, welcher fand [1]):

Kieselerde	46,76
Thonerde	26,22
Kalkerde	13,68
Wasser	13,94.

IV. Mesitinspath [2]).

Der analysirte Spath war von dem bekannten Fundorte Traversella in Piemont, wo er in deutlichen Krystallen mit krystallisirtem Dolomit und Bergkrystall vorkommt. Das Eisen wurde mit bernsteinsaurem Ammoniak von der Talkerde getrennt, und die Talkerde mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron gefällt, und nachher mit ammoniakhaltigem Wasser ausgesüſst.

1,3923 Grm. des bei 80° C. getrockneten Minerals gaben 0,3705 Grm. Eisenoxydul, 0,3777 Grm. Magnesia, 0,0030 Grm. Kalkerde und 0,6411 Grm. Kohlensäure oder in Procenten:

		Sauerstoff.	
Eisenoxydul	26,61	5,91	
Talkerde	27,12	10,49	16,46
Kalkerde	0,22	0,06	
Kohlensäure	46,05	33,49.	

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 59, S. 373.

2) Die Analyse wurde schon im Jahre 1845 angestellt. Inzwischen ist nun die Analyse desselben Minerals von Fritzsche in Poggendorff's

Digitized by Google

Der Sauerstoff in der Säure verhält sich zu dem in den Basen wie 2 zu 1, woraus sich die Formel ergiebt:

$$2\dot{Mg}\ddot{C} + \dot{Fe}\ddot{C},$$

da die Talkerde zwei Mal so viel Sauerstoff wie das Eisenoxydul enthält. Auſserdem waren Spuren von Mangan vorhanden.

V. Meteorstaub aus dem atlantischen Ocean, gefallen auf ein englisches Schiff.

Den analysirten Staub verdanke ich der Güte des Hrn. Prof. Ehrenberg [1]). Er hatte eine rothbraune Farbe wie Eisenoxyd, und schien von beigemengten fremden Materien vollkommen frei zu seyn. Da die Substanz nur mit groſser Schwierigkeit von Salzsäure angegriffen wurde, so wurde sie mit Fluſssäure aufgeschlossen. Es wurden auf diese Weise gefunden:

Wasser und organische Materie	18,53		
Kieselerde	37,18	Kieselerde	45,575
Thonerde	16,74	Thonerde	20,547
Eisenoxyd	7,65	Eisenoxyd	9,388
Manganoxyd	3,44	Manganoxyd	4,222
Kohlensaure Kalkerde	9,59	Kohlensaure Kalkerde	11,771
Talkerde	1,80	Talkerde	2,209
Kali	2,97	Kali	3,645
Natron	1,90	Natron	2,332
Kupferoxyd	0,25	Kupferoxyd	0,306

Die zweite Columne giebt die analytischen Resultate, abgesehen vom Wasser und von der organischen Materie. Diese letzteren wurden durch Glühen der angewandten Substanz in einem Platintiegel, bis sie nicht mehr an Gewicht verloren, bestimmt.

Annalen, Bd. 70, S. 148, erschienen, die dieselben Resultate ergeben hat, daher jene zur Bestätigung dieser dient.

1) Monatsbericht der Academie der Wissenschaften zu Berlin. Juni 1846. S. 205.

Digitized by Google

IX. *Kritisches über die elektrischen Eigenschaften der Flamme; von P. Rieſs.*

Wenn ich auch, wie ich gern gestehe, meinen empirischen Versuchen, die ich in strenger Auswahl und erst nach häufiger Wiederholung veröffentlicht zu haben mir bewuſst bin, einigen Werth beilege, und die Ergebnisse derselben mir nicht leicht abstreiten lasse, so ist dieſs in weit geringerem Grade mit den Hypothesen der Fall, die ich jenen zuweilen hinzugefügt habe. Es scheint mir nützlich, einen Faden anzugeben, der einzeln stehende dunkele Versuche mit anderen in ihrem Mechanismus klarer daliegenden verbindet, der Faden mag noch so dünn seyn; aber freilich darf die Schwäche desselben, wo sie vorhanden ist, nicht übersehen werden, und ich übersehe sie nicht. So gebe ich denn meinen versuchten Erklärungen der elektrischen Wirkung der Flamme, der verschiedenen Abformung der elektrischen Staubfiguren nur die Bedeutung vorläufig freigesprochener Meinungen, die täglich einer Anklage entgegensehen, oder, mit dem Bilde des Dichters zu reden, die Bedeutung zuerst vorgeschobener Steine im Damenspiele, die, wenn sie auch geschlagen werden, doch ein Spiel eingeleitet haben, das gewonnen wird.

Hiernach wird man es nicht dem Eigensinne zuschreiben, wenn ich einem gegen mich gerichteten Aufsatze des Hrn. van Rees über die elektrischen Eigenschaften der Flamme [1]) mit den folgenden Zeilen entgegentrete. Hr. v. Rees wendet sich nur gegen meine Erklärung der elektrischen Eigenschaft der mit Flamme brennenden, nicht der nur glimmenden Körper. Ich hatte die Flamme betrachtet als einen guten Leiter der Elektricität, der mit Dampfspitzen über die Höhe der Flamme in die Luft hinausragt. Daſs ich diese Spitzen nicht mit Augen gesehen habe, gebe ich dem Verfasser gern zu; daſs dieselben sich aber nicht soll-

1) *Het instituut of verslagen etc. over de Jar* 1846, *No.* 1, *p.* 62.

ten bilden können, sehe ich nicht ein. Wenn kalte Luft von den Seiten in den heiſsen Dampfcylinder eindringt und sich mit Theilen desselben verbindet, so wird sie von demselben Balken abschneiden, die sich nach oben mehr und mehr verdünnen (da unten der zuströmende Dampf die gebildeten Lücken wieder füllt) und zuletzt in Spitzen auslaufen. Der Einwurf, daſs über dem Ventile einer Locomotive sich nur abgerundete Dampfwolken und keine Dampfspitzen erheben, ist wohl nicht ernsthaft gemeint, da hier keine Dampfmasse, sondern eine Nebelmasse vorliegt, und diese mit groſser Gewalt in die Höhe geschleudert wird. Gründlicher wendet sich der Verfasser gegen die Meinung, daſs der Wasserdampf die Elektricität leite, und bekämpft diese durch zwei mit Abbildungen erläuterte Versuche. In dem ersten Versuche ist ein geladenes Goldblattelektroskop mit einem horizontalen Drahte versehen, gegen dessen Ende der Brodem aus einem mit heiſsem Wasser gefüllten Gefäſse schlägt, in dem andern ist dieser Draht in eine Glasglocke geführt und am Ende mit einer Kupferplatte versehen, die 1 Millimeter über einer 34° C. warmen Wasserfläche steht. In beiden Versuchen behielt das Elektroskop seine Divergenz. Ich will nicht hervorheben, daſs diese, übrigens schon vor neun Jahren von M. af Rosenschöld weitläufig behandelten [1]), Versuche gar nicht gegen die bekämpfte Ansicht sprechen, sondern nur fragen, wozu stehen sie hier, wo von der Leitung einer durch die Flamme erzeugten Dampfsäule die Rede ist? — Hr. v. Rees beantwortet zwar diese Frage, indem er p. 66 seiner Abhandlung sagt: »hiernach leitet der Wasserdampf die Elektricität eben so wenig (*evenmin*) wie gewöhnliche Luft, und damit fällt zugleich die von Rieſs gegebene Erklärung des entladenden Vermögens der Flamme.« Aber S. 71 nimmt der Verfasser seine Ansicht wieder zurück, indem er jene bei niederen Temperaturen angestellten Versuche als nicht beweisend für die nichtleitende Eigenschaft der Dämpfe der Flamme bezeichnet, und damit schlieſst, daſs er die Flamme

1) Diese Annalen, Bd. 31, S. 433 bis 465.

für einen Leiter erklärt. Mit der Annahme aber, daſs Wasserdampf bei der Glühhitze ein Leiter sey, wird zugegeben, daſs derselbe einige Zolle über der Flamme noch kein vollkommener Isolator sey, und mehr verlangt meine Erklärung nicht.

Hat also Hr. v. Rees gegen meine Erklärung keinen haltbaren Grund vorgebracht, so wollen wir sehen, ob er eine andere genügendere Erklärung an ihre Stelle gesetzt hat. Der Verf. erinnert an die von Faraday sogenannte fortführende Entladung (*carrying discharge*), bei welcher ein Körper dadurch unelektrisch wird, daſs an ihm anliegende Theile einer Flüssigkeit Elektricität aufnehmen, abgestoſsen werden, und so die Elektricität im eigentlichen Sinne fortführen und an einen andern Körper abgeben. Dieſs ist z. B. der Fall an einer Metallspitze, die sich entweder auf einem elektrisirten Leiter oder in dessen Nähe befindet, und die sie umgebenden Lufttheilchen elektrisirt und abstöſst. Ganz eben so wirke die Flamme, nur mit dem Unterschiede, daſs die Spitze durch Dazwischenkunft der Luft die Entladung bewirke, die Flamme durch die in ihr befindlichen beweglichen Theile. Diese Theile seyen bei den gewöhnlichen Flammen Kohlenpartikel, die an sich Leiter sind, bei der Wasserstoffflamme Wasserdampf, der durch die Hitze leitend werde. Die Kohlentheilchen erhöben sich in der vollkommen brennenden Flamme nur bis zur Höhe des leuchtenden Theils derselben, und verwandelten sich dann in Kohlensäure, die die Elektricität, welche die Kohlentheile in der Flamme erhalten hätten, weiter fortführte. Der Verf. faſst seine Erklärung der Flammenwirkung zuletzt wörtlich so zusammen [1]): Eine Flamme

1) A. a. O. S. 71. *Eene vlam is dan, in haar geheel, als een geleider te beschouwen. Inaanraking met een geleidend ligchaam of in zijne nabijheid wordt zy, door mededeeling of door invloed, electrisch. Hare bestanddeelen, uit de vlam tredende, en zich met de omringende lucht vermengende, houden bij verkoeling wel op, geleiders te zyn, maar voeren echter de electriciteit, waarmede zij in de vlam bedeeld zijn geworden, met zich voort; zij staan in dit opzigt geheel gelijk met de luchtdeeltjes, in aanraking met eene punt geëlectriseerd.*

ist, im Ganzen genommen, als Leiter zu betrachten. In Berührung mit einem elektrisirten Körper oder in der Nähe desselben wird sie durch Mittheilung oder Influenz elektrisch. Ihre Bestandtheile, die aus der Flamme treten und sich mit der umgebenden Luft vermengen, hören zwar bei der Abkühlung auf, Leiter zu seyn, führen aber die Elektricität, welche sie in der Flamme erhalten haben, mit sich fort; sie stehen in dieser Hinsicht ganz den Lufttheilchen gleich, die in der Berührung mit einer Spitze elektrisirt worden sind.

Diese Erklärung unterscheidet sich von der von Volta gegebenen, in meiner Abhandlung ausführlich erwähnten [1]) Erklärung nur dadurch, daſs Volta bei Spitze und Flamme den Lufttheilchen allein die Ueberführung der Elektricität zuschreibt. Daſs beide Erklärungen den Erscheinungen nicht entsprechen, ist leicht an den einfachsten Fällen der Flammenwirkung zu zeigen. Man denke sich ein Elektroskop mit einer wenige Linien hohen Flamme versehen, und über derselben in der Höhe von 6 Fuſs eine geriebene Harzfläche. Vor dem Anzünden der Flamme bleibt das Elektroskop unbewegt, aber beim Anzünden derselben gehen die Goldblättchen sogleich mit negativer Elektricität auseinander, und bleiben so, wenn man die Flamme löscht. Nach Hrn. van Rees würden hier die beweglichen Theile der Flamme durch Influenz positive Elektricität erhalten haben, und diese mit den aufsteigenden Theilchen an die Harzplatte gegangen seyn. Aber der Deckel des Elektroskops hat durch die Flamme, nach Ansicht des Verfassers, nur einen leitenden Ansatz von einigen Linien Höhe erhalten, und die Influenz der Harzplatte auf das Elektroskop kann, wegen der um so wenig verringerten Entfernung von demselben, nicht merkbarer geworden seyn, als früher da die Flamme noch nicht brannte. Es muſs also noch den Kohlentheilchen der Flamme eine eigenthümliche Beschaffenheit gegeben werden, vermöge welcher sie die Influenz leichter annehmen als ein gleich hohes Kohlenstück, eine Beschaffenheit, die eine an die Stelle der Flamme gesetzte sehr feine

1) Diese Annalen, Bd. 61, S. 551.

Digitized by Google

Metallspitze wirklich besitzt. Aber auch diese Annahme genügt nicht. Die Spitze wird durch eine aufgesetzte Metallröhre gänzlich unwirksam, aber die Flamme wird es nicht, wenn auch der leuchtende Theil derselben von der Röhre weit überragt wird. Wir müssen daher nicht in den Kohlentheilchen oder in den glühenden Wasserdämpfen der Flamme, sondern in der ganzen Dampfsäule über der Flamme, die aus der Oeffnung der Röhre tritt, die Ursache der eigenthümlichen Wirkung derselben suchen, und damit fallen wir in die Erklärung zurück, die ich gegeben habe, und die der Verf. durch die seinige zu verdrängen sucht. Eben so ist die neue Erklärung ungenügend, wenn man die Flamme auf einen elektrisirten Leiter stellt, und seitlich neben diesem, einige Fuſs entfernt, ein Elektroskop aufstellt, das sogleich bei dem Anzünden der Flamme mit der Elektricität des Leiters divergirt. Kann man auch annehmen, daſs hier die Kohlenpartikel der Flamme und die daraus hervorgehende Kohlensäure mit der Elektricität des Leiters geladen werden, so müssen die geladenen Partikel doch nothwendig durch den heftigen Luftstrom, den die Flamme erregt, in die Höhe gerissen werden, und können das seitlich neben ihnen stehende Elektroskop nicht erreichen. Der Versuch wird noch schlagender, wenn man die Flamme mit einer hohen Röhre umgiebt. — Endlich giebt die neue Erklärung von der Wirkung der Flamme in ihrer wichtigsten Anwendung zur Erforschung der atmosphärischen Elektricität keine Rechenschaft, und sie muſs daher mit der längst als ungenügend erkannten Volta'schen Erklärung als beseitigt betrachtet werden.

Digitized by Google

X. *Neue Beziehungen zwischen Wärme, Elektricität und Magnetismus; von E. Wartmann.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser in einem besonderen Abzuge aus der *Bibliothèque universelle*) [1]).

Hr. Wartmann hat der *Société de Physique et d'Histoire naturelle* zu Genf in ihrer Sitzung am letzten 16. April eine erste Abhandlung vorgelegt über die Wirkung des Magnetismus und der Elektricität auf die Polarisationsebene der strahlenden Wärme bei deren Durchgang durch gewisse Mittel. Die Fundamental-Thatsache ist folgende:

Ein Wärmebündel, das von einer Argand'schen oder Locatelli'schen Lampe ausgeht, wird, indem man es eine Glimmersäule unter geeignetem Winkel durchstreichen läſst, polarisirt. Es geht hierauf erstlich durch einen diathermanen Körper, z. B. einen Steinsalzcylinder, und darauf durch eine zweite Glimmersäule, deren Polarisationsebene winkelrecht auf die der ersten gestellt ist. Endlich gelangt es zu einer Thermosäule, und seine Intensität wird mittelst eines guten Rheometers gemessen.

Die diathermane Substanz wird mit den Polen eines oder zweier zweckmäſsig gestellter Elektro-Magnete in Berührung gesetzt, oder in das Innere einer Drahtrolle gebracht. Die Apparate werden dann durch mehr oder weniger kräftige Batterien in Thätigkeit gesetzt; der Verf. gebrauchte bald 30 Grove'sche, bald 52 Bunsen'sche Elemente.

Wenn man, nachdem die durch bloſse Wirkung der Wärme auf die Thermosäule verursachte Ablenkung der Magnetnadel bestimmt worden ist, den elektro-magnetischen Einfluſs hinzutreten läſst, so sieht man die Nadel sogleich eine andere Stellung annehmen und darin verweilen, bis der Strom unterbrochen wird, wo sie dann zu ihrer ersten Lage zurückkehrt.

1) Es steht darunter: Avril 1845, soll aber wohl heiſsen 1847. (P.)

Digitized by Google

Diese Untersuchungen erfordern minutiöse Vorsichtsmaſsregeln, wenn das Endresultat fehlerfrei seyn soll. Das Rheometer muſs hinreichend entfernt seyn, damit es nicht von dem durch den Volta'schen Strom erregten Magnetismus afficirt werde. Die durch Magnetisirung und Entmagnetisirung der Elektromagnete in dem Schlieſsdraht der Thermosäule erzeugte Induction muſs in Rechnung gezogen werden. Die Elektromagnete dürfen nur mit dicken Drähten construirt werden, und man muſs sich versichern, daſs der Durchgang der Elektricität sie nicht auf eine für das Meſsinstrument merkliche Weise erwärme. Man muſs alle nicht durch den diathermanen Körper gehenden Wärmestrahlen der Quelle ausschlieſsen, die Glimmersäulen so wählen und aufstellen, daſs sie von der durchgehenden Wärme die möglich gröſste Menge polarisiren u. s. w.

Die von Hrn. W. beobachteten Effecte sind nicht sehr beträchtlich, aber er hält sie dennoch für entscheidend. Er glaubt, daſs man durch kräftigere elektrische Apparate und ein emfindlicheres Rheometer die Unterschiede in der Ablenkung der Nadel vergröſsern würde. Man darf nicht vergessen, daſs das Mittel, welches er zur Polarisation der Wärme hat anwenden gemuſst, nur einen Theil derselben polarisirt, und daſs nur bei diesem mehr oder weniger groſsen Bruch von der gesammten Stralung eine Drehung der Polarisationsebene und ein Unterschied im Durchgang durch die zweite Glimmersäule stattfindet.

XI. *Ueber das Maximum der Dichte des Wassers; von James P. Joule und Lyon Playfair.*

(*Phil. Magaz., Ser. III, Vol. XXX, p.* 41. Auszug.)

Zur Lösung der oftmals behandelten Aufgabe, das Dichtigkeits-Maximum des Wassers zu bestimmen, haben sich die Verfasser der von Hope erfundenen und später von

Tralles, Rumford, Eckstrand, (Hällström) [1]) und **Despretz** angewandten Methode bedient, welche darauf beruht, daſs in Wasser, dessen Schichten eine ungleiche Temperatur besitzen, diejenigen von der Temperatur des Maximums niedersinken, während die übrigen sich erheben. Sie halten diese Methode für genauer als die, bei welcher entweder die Ausdehnung des Wassers in einem Gefäſse gemessen, oder das Gewicht eines starren Körpers bei verschiedenen Temperaturen in Wasser bestimmt wird, glauben aber, daſs **Hope** und seine Nachfolger sie noch nicht in der vortheilhaftesten Weise ausgeführt haben. Sie fanden es nöthig, zu diesem Behufe ein Instrument von folgender Einrichtung zu gebrauchen.

aa, Fig. 11, Taf. II, sind zwei cylindrische Gefäſse von Weiſsblech, 4½ Fuſs in Höhe, 6 Zoll im Durchmesser, und am Boden durch eine Messingröhre *b* mit wohl schlieſsendem Hahn mit einander verbunden. Die Röhre ist 6 Zoll lang, und tritt einen Zoll tief in jedes Gefäſs hinein. Bei geöffnetem Hahn ist zwischen beiden Gefäſsen eine freie Communication von einem Zoll Durchmesser. Oben sind die Gefäſse verbunden durch eine rechteckige Rinne von Blech *c*, 6 Zoll lang und 1 Zoll breit. In der Mitte dieser Rinne findet sich ein Schieber, durch welchen nöthigenfalls die Bewegung des Wassers in der Rinne gehemmt werden kann.

An zwei Stellen werden die Gefäſse durch Holzleisten *d*, *d* gehalten, und um zu verhüten, daſs durch die Atmosphäre gröſsere oder geringere Erwärmungen oder Erkältungen als die gewünschten eintreten, sind sie vollständig mit Heubändern (*Haybands*) bekleidet. Während der Versuche steht das Instrument auf einem Dreifuſs, und dieser wiederum auf einer vom Fuſsboden getrennten Unterlage, um alle Erschütterungen fern zu halten.

Sind nun die beiden Gefäſse mit Wasser gefüllt, und sowohl durch Oeffnung des Hahns als durch Fortnahme

1) Dessen Untersuchung den Verfassern unbekannt geblieben zu seyn scheint. *P.*

Digitized by Google

des Schiebers in Gemeinschaft gesetzt worden, so wird sich offenbar in der Rinne oben an den Gefäſsen ein Strom einstellen, sobald die Dichtigkeit des Wassers in dem einen Gefäſse im Mindesten anders ist als in dem zweiten.

Die angewandten Thermometer waren von äuſserster Genauigkeit, ihrer ganzen Länge nach calibrirt, und so empfindlich, daſs sie Temperatur-Aenderungen von weniger als 0,01 eines Fahrenheit'schen Grades angaben. Ihr Frostpunkt war einige Stunden vor den Versuchen sorgfältig bestimmt worden. Jedes Gefäſs war mit einem *Rührer* versehen, bestehend aus einer an einem dünnen Eisenstab befestigten Blechscheibe von 4 Zoll Durchmesser; vor jedem Versuch wurde das Wasser mit diesem Werkzeug wohl umgerührt.

Um die Bewegung des Wassers in der Rinne am oberen Ende der Gefäſse zu messen, legte man auf dasselbe eine hohle Glaskugel von drei Viertelzoll Durchmesser und so abgepaſstem Gewicht, daſs sie so eben schwamm. Sorgfältig sah man darauf, daſs sie nicht an den Seiten anhing.

Das angewandte Wasser hatten die Verfasser selber in sauberen Blechgefäſsen destillirt, und möglichst luftfrei gehalten.

Das Verfahren war folgendes. Nachdem die Gefäſse mit destillirtem Wasser von etwa 37° F. gefüllt worden, wurde die Temperatur des einen Gefäſses, durch Zusatz von heiſsem Wasser, auf 41°,5 F. gebracht. Dann tauchte man zwei empfindliche Thermometer, von Stativen gehalten, mit ihren Kugeln bis zu einer Tiefe von sechs Zoll in das Wasser, rührte, bei verschlossenem Hahn und eingesetztem Schieber, das Wasser in jedem Gefäſse wohl durch, und zeichnete die von den Thermometern angegebenen Temperaturen auf.

Nun öffnete man den Hahn und entfernte vorsichtig den Schieber, setzte nach drei Minuten die Glaskugel in die Rinne und beobachtete zwei bis drei Minuten lang die Bewegung derselben mit Hülfe einer an der Rinne befindlichen Scale.

Auf

Digitized by Google

Auf diese Weise wurden die folgenden Beobachtungsreihen erhalten, bei deren erster die Lufttemperatur im Laboratorio 38° F. und deren übrigen 41° F. betrug.

Temp. des Wassers im wärmeren Gefäſse.	Temp. des Wassers im kälteren Gefäſse.	Mittl. Temp. beider Gefäſse.	Geschwindigkeit des Stroms, Zolle pro Stunde.
		Reihe I.	
41°,183	37°,348	39°,265	280 aus dem wärmeren Gefäſs
41 ,129	37 ,368	39 ,248	240 - - dito -
40 ,959	37 ,363	39 ,161	20 - - dito -
40 ,905	37 ,368	39 ,136	8 - - dito -
40 ,711	37 ,317	39 ,014	40 - - kälteren -
		Reihe II.	
40°,742	37°,368	39°,055	22 - - kälteren -
40 ,758	37 ,420	39 ,089	8 - - wärmeren -
40 ,773	37 ,470	39 ,121	60 - - dito -
		Reihe III.	
40°,332	37°,633	38°,982	70 - - kälteren -
40 ,402	37 ,682	39 ,042	80 - - dito -
40 ,425	37 ,709	39 ,067	60 - - dito -
40 ,440	37 ,745	39 ,092	8 - - dito -
40 ,448	37 ,791	39 ,120	30 - - dito -
40 ,467	37 ,837	39 ,152	12 - - wärmeren -
40 ,483	37 ,873	39 ,178	30 - - dito -
		Reihe IV.	
39°,921	38°,382	39°,151	30 - - wärmeren -
39 ,864	38 ,398	39 ,131	0 - - dito -
39 ,821	38 ,362	39 ,091	0 - - dito -
39 ,782	38 ,332	39 ,057	2½ - - kälteren -

Indem nun die Verfasser mittelst einer graphischen Construction die Temperatur bestimmen, bei welcher, nach diesen Beobachtungen, die Geschwindigkeit des Wassers in der Rinne Null ist, finden sie den Punkt des Maximums der Dichte des Wassers:

Aus	I	39°,102 F.
-	II	39 ,078 -
-	III	39 ,134 -
-	IV	39 ,091 -
Mittel		39°,101 F. = 3°,945 C.

Digitized by Google

und sie halten diesen Werth bis auf ein Hundertel eines Fahrenheit'schen Grades für richtig. Sehr nahe stimmt damit der von **Depretz** nach der **Hope**'schen Methode gefundene Werth $=39^{\circ},177$ F. $=3^{\circ},987$ C. (S. Ann. Bd. 41, S. 64), was die Verfasser als ein Kennzeichen der Güte dieser Methode ansehen, während sie in den beträchtlichen Abweichungen, welche die auf anderen Wegen erhaltenen Resultate theils unter sich, theils mit dem obigen Werthe darbieten, einen Beweis der Unzulänglichkeit dieser Methoden erblicken [1]).

XII. *Genaue Bestimmung der Dispersion des Menschenauges durch directe Messungen; von Hrn. Adolph Matthiessen aus Altona.*

Die *Comptes rendus* (*T. XXIV*, *p.* 875) theilen von dieser, der Pariser Academie überreichten Arbeit folgende Resultate mit:

1) Der Abstand des deutlichen Sehens einer Theilung auf Glas im Durchschein von rothem monochromatischem Lichte, dessen Wellenlänge im Mittel dem Strahl *B* des Sonnenspectrums entspricht, ist für Fernsichtige mehr als

1) Man darf dabei aber wohl nicht übersehen, daſs die Unzuverlässigkeit dieser zu sehr verschiedenen Zeiten erhaltenen Resultate (deren ältere man von **Hällström** in dies. Ann., Bd. I, S 148, tabellarisch zusammengestellt ſindet) nicht allein in den Methoden, sondern auch und gewiſs mehr noch in der Art ihrer Ausführung, in der Beschaffenheit der dabei angewandten Thermometer u. s. w. zu suchen ist. In seiner letzten Abhandlung setzt **Hällström** den wahrscheinlichsten, aus Wägungen sich ergebenden Werth $=3^{\circ},90 \pm 0,04$ C. (Ann., Bd. 34, S. 245) was nicht gar sehr von dem obigen abweicht. Nach der **Hope**'schen Methode, die derselbe, nach der älteren Weise ausgeführt, für nicht sehr zuverlässig erklärt, ſand er im Mittel $=4^{\circ},004$ C. (beim Erkalten $4^{\circ},575$, beim Erwärmen $3^{\circ},433$) (Ann., Bd. 9, S. 543). Der letztere Werth stimmt nahe mit dem von **Despretz** durch 18 Versuche mit Wasserthermometern gefundenen $=4^{\circ},007$ C. (Ann., Bd. 41, S. 65 und Bd. 62, S. 284). *P.*

doppelt so groſs als die, welche erforderlich ist, um dieselbe Theilung bei Beleuchtung durch indigfarbenes Licht *G* deutlich zu sehen. Weniger schwanken die Abstände für normale Augen und wenig für kurzsichtige.

2) Das Verhältniſs dieser Abstände ist für gesunde Augen ein solches, daſs auf dem Grunde des Auges der Zwischenraum zwischen dem rothen Brennpunkt *B* und den indigfarbenen *G* beinahe eine constante Gröſse ist, vorausgesetzt jedoch, daſs ein 270 Millimeter entfernter weiſser Punkt seinen Brennpunkt *E* 16 Millimeter hinter dem optischen Centrum des Auges bilde, was mit 15^{mm},104 Hauptbrennweite übereinkommt. Die Untersuchung der Structur des Menschenauges hat mir gezeigt, daſs sein Brennpunkt, für einen 270 Millimeter entfernten Gegenstand, wirklich 16 bis 17 Millimeter hinter seinem optischen Centrum liegt, und daſs das convergente System des Auges eine biconvexe Linse darstellt von der vortheilhaftesten Gestalt, um seinen Chromatismus möglichst klein zu machen.

3) Ein weiſser Lichtpunkt, der vor gesunden Augen in der Entfernung des deutlichen Sehens liegt, giebt wirklich auf dem Grund des Auges eine Reihe sehr vollkommener farbiger Brennpunkte, geordnet nach einer geraden Linie von 0,6 Millimeter Länge, die verlängert durch das optische Centrum gehen würde. Der erwähnte weiſse Gegenstand giebt wirklich seinen Brennpunkt *B* bei 16^{mm},3, *E* bei 16^{mm},0 und *G* bei 15^{mm},7 hinter dem Centrum des Auges. Messungen an Augen von sehr verschiedener Sehweite gaben als Extreme dieser Länge 0^{mm},58 und 0^{mm},62.

4) Eine biconvexe Linse von destillirtem Wasser, von der Form der möglich kleinsten chromatischen Aberration und von 15^{mm},104 Hauptbrennweite für das mittlere Licht *E*, würde, bei der Blutwärme, nur einen Abstand von 0^{mm},506 zwischen den Brennpunkten *B* und *G* geben. Das zu meinen superachromatischen Systemen angewandte Kronglas würde diesen Abstand auf 0^{mm},42 verringern, weil, ungeachtet ihrer starken Brechkraft, eine convergente Linse aus Kronglas von gleicher Brennweite wie eine Wasser-

Digitized by Google

linse eine viel schwächere Dispersion giebt. Würde das convergente System des Auges ersetzt durch eine Linse von bester Gestalt aus gewöhnlichem Guinand'schen Flintglase, dessen Index $B = 1{,}613$ und $G = 1{,}645$, so wäre der Abstand zwischen den Brennpunkten B und G gleich $0^{mm},66$. Ich habe alle Indexe mittelst des Babinet'schen Goniometers gemessen, an welchem ich den Collimator durch eine Lichtspalte ersetzt hatte.

5) Die Dispersion des Menschenauges, schon stärker als die des gewöhnlichen Glases, ist noch viel stärker als die des Wassers, und nähert sich der des gewöhnlichen Flintglases. Ich prüfte diese Messungen an feinen Buchdrucker-Lettern, die galvanoplastisch hohl copirt und so zugerichtet waren, daſs sie auf opakem Grund eine helle Schrift geben muſsten, beleuchtet durch ein wohl gebildetes Sonnenspectrum, wenn ich sie durch meine superachromatischen Oculare ohne mittleren Brennpunkt betrachtete.

6) Es ist kaum annehmbar, daſs die Natur den brechenden Mitteln des Auges eine höhere Dispersion verliehen habe, als die, welche das Experiment ergiebt. Es ist merkwürdig, daſs sie Substanzen gewählt hat, die, mit einer wenig höheren Refraction, als der des Wassers, eine so bedeutende Dispersion verknüpfen. Es ist daher ungemein wahrscheinlich, daſs sie es nicht für zweckmäſsig gehalten habe, den Normal-Effect dieser Dipersion in der Bildung der Brennpunkte auf dem Grunde des Auges zu schwächen.

7) Die Natur hat *auſserhalb* des eigentlichen convergenten Augen-Apparats Mittel angewandt, um diese Linie von Brennpunkten genau zu einer einzigen Empfindung zu vereinigen. Sie muſste so verfahren, um ihm die köstliche Fähigkeit eines sehr ausgedehnten Gesichtsfeldes zu geben.

8) Das Menschenauge ist noch weniger achromatisch als man es geglaubt hat. Allein als Ersatz dafür ist es frei von der sphärischen Aberration für das zwischen B und G liegende Licht, und für Bündel, die unter geringer Schiefe

Digitized by Google

in eine wenig geöffnete Pupille eintreten. Denn als ich meine superachromatischen Linsen ohne mittleren Brennpunkt *E* in der Weise combinirte, daſs sie, entweder im Plus oder im Minus eine sphärische Aberration erzeugen muſsten, erschienen die Theilstriche sogleich dunkel ohne bunte Ränder, was der Charakter der sphärischen Aberration ist.

9) Die Brechverhältnisse des mittleren der brechenden Medien, welche das convergente System des Menschenauges zusammensetzen, sind für das den Strichen *B*, *E*, *G* entsprechende Licht des Sonnenspectrums sehr angenähert, respective 1,3634, 1,370, 1,3765. Diese Zahlen stehen in solchem Verhältnisse, daſs die wenig intensiven Brennpunkte des Tageslichts sich um eine genau gleiche Gröſse dieſs- und jenseits vom Brennpunkt des lebhaftesten Lichts entfernen.

10) Diese Bestimmungen verdienen Vertrauen, weil ich zuvor die Mittel der angewandten monochromatischen Gläser streng bestimmte, und den aus willkührlicher Aenderung der deutlichen Sehweite entspringenden Fehler aus den Versuchen entfernte, indem ich den Beobachter in die Möglichkeit versetzte, auf einem Blick die verschiedenfarbigen Brennpunkte zu vergleichen. Meine Methode besteht darin, die unbekannte Dispersion des Auges durch die bekannte des Oculars zu compensiren; es ist das Princip der Wägungen.

XIII. *Regenmenge zu Algier.*

Nach neunjährigen Beobachtungen (1838 bis 1846) des Hrn. Don ist die mittlere Regenmenge zu Algier $=898^{mm},622$, und zwar vertheilt nach Trimestern, vom 1. Dec. an gerechnet:

1stes	Trimester	$428^{mm},630$
2tes	dito	207 ,142

3tes Trimester	$13^{mm},471$	
4tes dito	235 ,338.	

Das Minimum $= 720^{mm},75$ fiel i. J. 1839, das Maximum $= 1046^{mm},75$ i. J. 1846. Im November 1841 fielen in weniger als 48 Stunden 139 Millimeter, am 2. Nov. allein in anderthalb Stunden ($11^{h}\,30'$ bis 1^{h} Nachmittags) 49 Millimeter. (*Compt. rend.*, *T. XXIV*, *p.* 881.)

XIV. *Submariner vulcanischer Ausbruch?*

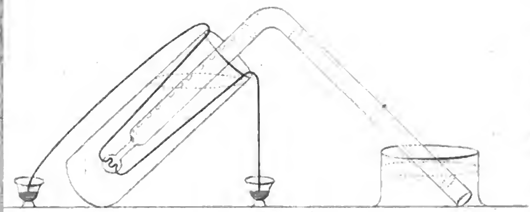
Folgende Stelle ist einem Briefe entlehnt, den Hr. Leopold Pilla zu Neapel von dem Hrn. Geamboi zu Messina erhielt, und Hrn. Arago mittheilte:

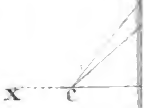
Am 6. Oct. (1846) langte in diesem Hafen (Messina) ein Kauffahrer an, der dem Hafenkapitän die Neuigkeit überbrachte, daſs er in der Nacht vom 4. auf den 5., als er sich in dem Meer von Siculiana, bei Girgenti und Sciacca, 8 Meilen von der Küste befand, von ferne einen groſsen Schein gewahrte, den er anfangs einem in Brand gerathenen Schiffe zuschrieb. In der Absicht demselben Hülfe zu leisten, näherte er sich dem Ort, aber zu seinem groſsen Erstaunen und Schrecken sah er eine Flamme und einen unermeſslichen Rauch aus dem Meere hervorbrechen und inmitten derselben feurige Kugeln aufsteigen, die in groſsem Abstand und mit schauerlichem Getöse niederfielen. Der Kapitän versichert, der Ort, aus welchem die Flammen aufstiegen, habe mehr als eine Meile (Mille) in Umfang gehabt, das Meer sey auf einer groſsen Strecke in Wallung gewesen, und habe ein solches Brausen erregt, daſs man es in der Entfernung von mehren Meilen gehört. Nachdem er dieses groſse Schauspiel gesehen, habe er nach Messina umgelenkt, um die Nachricht von dieser Begebenheit dahin zu bringen. (*Compt. rend.*, *T. XXIII*, *p.* 990. — Die Nachricht erinnert sehr an die ephemere Insel Ferdinandea (Ann., Bd. 24, S. 65), ermangelt aber bis jetzt der Bestätigung *P.*)

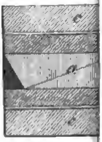
Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

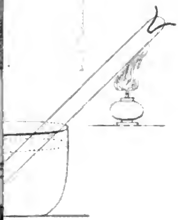
Digitized by Google

10.

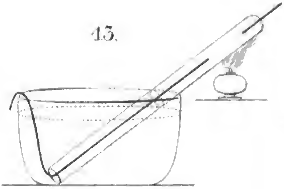






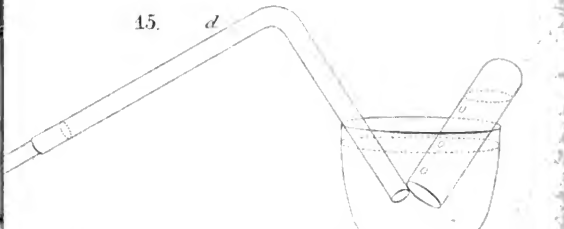


13.



15.

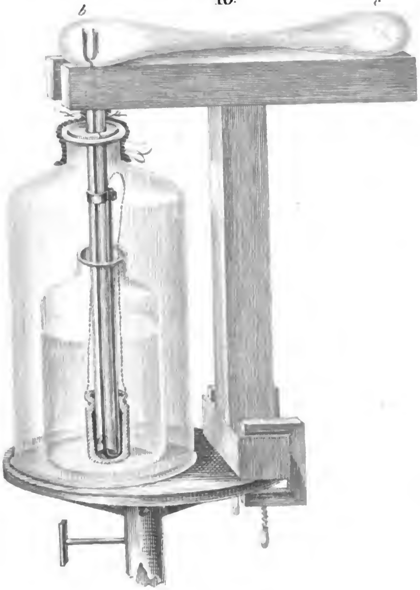
d



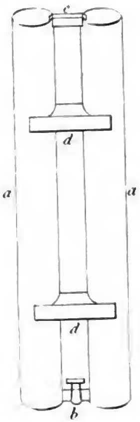
Guinand

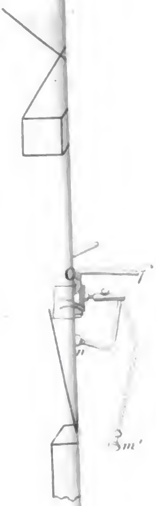
Taf. II

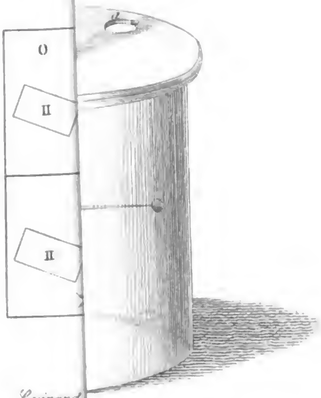
10.



11.







Guinand

Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 71 St. 3.

Digitized by Google

R

NT

HM

Digitized by Google

Digitized by Google

MAY 12 1939

Digitized by Google

Digitized by Google